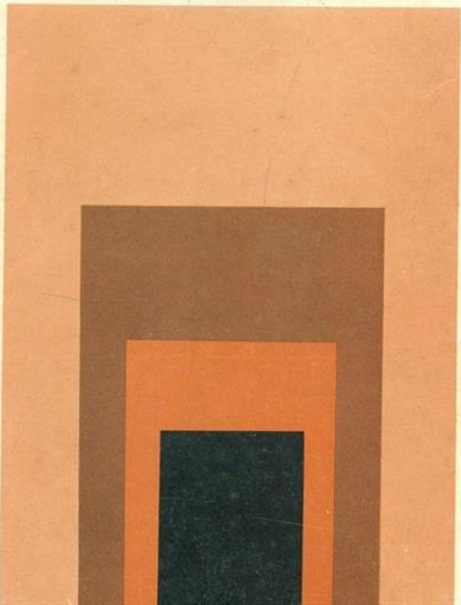
Giuseppe Cambiano

Filosofia e scienza nel mondo antico

FILOSOFIA 2 LOESCHER

collana diretta da Pietro Rossi

Giuseppe Cambiano

Filosofia e scienza nel mondo antico

Loescher Editore Torino

INDICE

INTRODUZIONE

1. – Nel naufragio di gran parte dei testi letterari dell'antichità, l'immagine della ricerca filosofico-scientifica anteriore a Platone risulta per noi radicalmente condizionata dalla presentazione offertane da Aristotele. Il contenuto di tale ricerca – e quanto anche di questo contenuto? – è sistemato in base a strumenti concettuali forgiati in linea di massima da Aristotele stesso. I concetti di sostanza e di causa, più che appartenere in proprio alla tradizione che dalla Ionia del secolo VI a.C. giunge all'Atene del secolo IV a.C., sono i perni del sistema aristotelico, impiegati al tempo stesso come chiavi critiche di lettura della filosofia e della scienza antecedente. Nel primo libro della *Metafisica* Aristotele, tracciando un quadro dei suoi predecessori, non fornisce un racconto cronologico delle loro ricerche, anzi prescinde completamente dalla cronologia – come, del resto, già aveva fatto Platone nel *Sofista* a proposito di coloro che avevano trattato del problema dell'essere – e tenta una sistemazione mediante il concetto di causa. Secondo Aristotele, i filosofi precedenti hanno considerato quasi esclusivamente la causa materiale e quella efficiente. Nella classe dei filosofi che si sono occupati della causa materiale egli distingue i monisti (Talete, Anassimene, Diogene di Apollonia ecc.) e i pluralisti (Empedocle, Anassagora, gli Atomisti, i Pitagorici): un solo elemento materiale come causa di tutti i fenomeni o più elementi o particelle o entità numeriche. Introducendo come ulteriore parametro il pro-

blema del movimento, egli ottiene una sezione trasversale, nella quale si hanno altre due classi: i negatori del movimento, cioè gli eleati, e coloro che rintracciano la causa del movimento. Questi ultimi, a loro volta, si suddividono in coloro che identificano la causa del movimento con la materia stessa e in coloro che la pongono in principi o enti distinti, come Anassagora nell'intelletto o i platonici nelle idee. Come si vede, ogni autore trova una casella a sua disposizione, che consente di collocarlo in un sistema di riferimento e di rapporti con gli altri autori. Ciò che importa ad Aristotele non è tanto la comprensione della specificità della posizione culturale di ognuno di essi, ma l'indicazione del modo in cui le ricerche antecedenti siano completamente assorbibili nella sua costruzione teorica. Ogni autore, infatti, appare insufficiente rispetto a quel sistema-chiave di concetti, che funzionano contemporaneamente come strumenti di spiegazione storiografica: ognuno presuppone una teoria della causalità parziale e grossolana, e soltanto Aristotele ha fondato una teoria autentica della causalità nella molteplicità dei suoi significati. Non solo, ma la stessa concezione della « scienza », se per un verso, nell'elaborazione aristotelica, pare conservare tratti ereditati dalla cultura precedente, per un altro verso riflette impostazione e caratteristiche specificamente aristoteliche, che vengono a sovrapporsi – in una maniera della quale è difficile misurare l'arbitrarietà – a concezioni della scienza probabilmente molto diverse, sia nelle loro motivazioni implicite sia nelle loro esplicite prese di posizione.

Sulla linea dell'interesse per le ricerche pre-aristoteliche si posero gli allievi di Aristotele. Teofrasto svolse un'indagine sulle opinioni dei fisici, cioè degli studiosi della natura, che sono in gran parte coloro che siamo stati abituati dalla storiografia ottocentesca a chiamare presocratici. Da quest'opera di Teofrasto, attraverso rie-

laborazioni e riduzioni successive, si formò una tradizione dossografica consistente in repertori di questioni, per ognuna delle quali erano elencate sommariamente le opinioni sostenute dai vari filosofi, senza più alcun tentativo di sistemazione storiografica. Anch'egli allievo di Aristotele, Dicearco compose vite di filosofi allo scopo di mostrare il loro interesse per i problemi pratico-politici, contro il privilegiamento della vita contemplativa. Un altro allievo ancora, Eudemo di Rodi, si applicò alla composizione di una *Storia della astronomia* e di una *Storia della geometria*: parti di quest'ultima sono conservate nella rielaborazione del tardo neoplatonico Proclo. In questa rielaborazione – che tiene conto anche della mitizzazione della figura di Pitagora, iniziata forse già da Eraclide Pontico, allievo di Platone, e presente in un altro allievo di Aristotele, Aristosseno di Taranto – le ricerche dei geometri si dispongono genealogicamente secondo una linea di perfezionamento crescente che sfocia nell'edificio sistematico degli *Elementi* di Euclide, esemplificazione per eccellenza della teoria aristotelica della scienza; ben poco, però, noi sappiamo dei caratteri specifici che tali ricerche assumevano.

In assenza di testi originali in grado di permettere un controllo delle presentazioni aristotelica e dossografica, il quadro della cultura presocratica non può non risultare oggi congetturale e frammentario. E non è casuale che esso costituisca uno dei campi di indagine preferiti dalla filologia e dalla filosofia più avventurose, proprio per la riduzione al minimo della possibilità di un controllo oggettivo di tali operazioni storiografiche. È possibile, tuttavia, escludere con una certa attendibilità due tesi: 1) che la « scienza greca » sia un « miracolo » che la distacchi nettamente dalla ibrida pseudo-scienza del mondo orientale, in quanto fondata fin dalle origini sul rigore metodologico proprio delle scienze matematiche nell'accezione euclidea; 2) che la

« scienza greca » sia un'accumulazione costante di risultati sfocianti in costruzioni sistematiche, che ne sarebbero la conclusione naturale (Aristotele, Euclide e così via). Forse più attendibile è l'ipotesi secondo la quale non solo furono molteplici e sovente alternative le stesse concezioni della scienza nella Grecia classica, ma molteplici e sovente incompatibili furono anche i problemi, i metodi di approccio e le soluzioni.

2. – Il compito della storiografia contemporanea è consistito in gran parte nel recupero o nella scoperta di temi, moduli di ricerca e filoni culturali assenti nella ricostruzione aristotelica. Per quanto riguarda i Presocratici, per esempio, si è messa in luce la loro attenzione per il mondo delle attività tecniche al fine di trarne suggerimenti e stimoli in vista dell'interpretazione dei fenomeni naturali e della costruzione di modelli cosmologici. E ancora Aristotele nelle *Ricerche sugli animali* apparirà estremamente interessato alle indicazioni dei tecnici dell'allevamento, della pesca e della caccia per averne informazioni sulla vita e sulle caratteristiche degli animali. Ciò ha consentito di affrontare il problema dei metodi della ricerca filosofica e scientifica dei primi filosofi greci, e non irrilevante è stato l'ausilio del confronto con i reperti delle discipline antropologiche. È risultata chiaramente l'importanza di procedimenti esplicativi fondati sull'analogia: Alcmeone, per esempio, paragona le situazioni di salute e di malattia a situazioni politiche (eguaglianza o monarchia); Empedocle, per studiare il problema della respirazione, esamina il funzionamento di un tubo (clessidra) immerso in acqua secondo che si tenga tappato o si liberi il suo orifizio. In quest'ultimo esempio si è voluto vedere un embrione di esperimento, cioè un tentativo di costruire una situazione artificiale per analizzare un fenomeno; ma interessante è piuttosto rilevare come

questa procedura funzioni qui da strumento di spiegazione analogica e come a tale scopo contribuisca un oggetto costruito dalla tecnica artigianale umana. Così è possibile mostrare la rilevanza di altri procedimenti argomentativi, per esempio della polarità, delle coppie di opposti caldo-freddo, umido-secco ecc., che svolgono un ruolo fondamentale nell'economia della descrizione e della spiegazione di fenomeni cosmologici e biologici di molti pensatori presocratici.

Su un livello forse più sofisticato come tecnica argomentativa si pone la dimostrazione per assurdo, della quale si ha un uso intensivo nel secolo V a.C., nell'ambito della scuola eleatica. Questo fatto è di importanza essenziale per comprendere il passaggio della matematica greca dalla geometria intuitiva ed empirica di Talete di Mileto, affine a quella egiziano-babilonese, alla concezione platonica degli enti geometrici come idee, fino all'edificio assiomatico di proposizioni geometriche dimostrate a partire da un gruppo di principi indimostrabili, costruito verso il 300 a.C. da Euclide. La dimostrazione per assurdo, infatti, presuppone una distinzione tra premesse e conclusioni di un ragionamento e lo sganciamento dall'evidenza sensibile, per seguire unicamente i passaggi del ragionamento in rapporto a premesse e conclusioni. E un potente contributo allo sviluppo delle tecniche argomentative dovette essere offerto dal mutare del quadro culturale nella seconda metà del secolo V a.C., quando da figure di intellettuali sostanzialmente isolati da un vasto pubblico si passa a un clima politico-culturale, come quello ateniese, nel quale è essenziale il contatto con un pubblico e la discussione: è l'implicazione tra la città come istituzione politica e l'organizzazione della cultura.

Nell'Atene periclea operano infatti, fianco a fianco, un sofista come Protagora di Abdera e un cosmologo (se ci atteniamo all'immagine aristotelica) come Anas-

sagora. Si tocca qui la carenza fondamentale della storiografia aristotelica: l'ignoranza della cronologia si traduce immediatamente nell'assenza dell'inquadramento dei filosofi in situazioni differenziate. È sufficiente pensare a un altro fatto, che costituisce l'aspetto simmetrico delle discussioni pubbliche e dell'oratoria epidittica per caratterizzare il clima culturale della seconda metà del secolo V nell'Atene periclea: l'affermarsi del libro scritto e la parallela crescente alfabetizzazione dei cittadini ateniesi. Certo anche Eraclito di Efeso aveva scritto un libro, ma qual era il suo pubblico e quanto di sacrale c'era nella sua parola scritta? Dalla polemica eraclitea contro i suoi concittadini incapaci di comprendere la sua parola ai manuali di tecniche circolanti negli ultimi decenni del secolo V c'è evidentemente un salto: questi ultimi pretendevano e avevano diffusione tra il pubblico. Il libro in cui Anassagora probabilmente esponeva le sue teorie cosmologiche era venduto ad Atene a un prezzo piuttosto basso.

Ma occorre tener conto anche di altri fatti. Quando si accenna alla matematica greca pre-euclidea, si pensa quasi automaticamente al Pitagorismo. Eppure è ormai sufficientemente chiaro che nel Pitagorismo, se sono reperibili l'elaborazione di una concezione dei numeri fondata sulla distinzione di pari e dispari e i primi passi di una teoria delle proporzioni, è altresì rintracciabile una mistica dei numeri, che sottolinea la perfezione del numero dieci e assegna proprietà non numeriche ai singoli numeri. E questo avviene ancora nel Pitagorismo dell'inizio del secolo IV a.C. Esisteva inoltre un filone di ricerche matematiche sviluppatosi in un diverso ambiente geografico e culturale: verso la metà del secolo V a.C. Chio assiste all'opera di Enopide e di Ippocrate, caratterizzata ormai da un alto grado di indipendenza rispetto all'intuizione sensibile. Polivalenza di correnti e di posizioni concettuali caratterizza anche

le discipline biologiche. Figure come Anassagora e Diogene di Apollonia sono comprensibili solamente in relazione allo sviluppo della medicina, soprattutto nelle due scuole di Cnido e di Cos, quest'ultima particolarmente attenta, a sua volta, alle posizioni della filosofia contemporanea. Allo stato della documentazione attuale, il panorama della filosofia e della scienza pre-socratica è quanto di meno unificabile e sistematizzabile possa concepirsi, sia per la molteplicità degli ambienti culturali e delle situazioni storico-politiche, sia per la varietà degli indirizzi, delle tematiche e delle impostazioni di metodo.

3. – Non è possibile considerare isolatamente la filosofia e le singole discipline scientifiche nella Grecia classica né imporre ad esse un modello di specializzazione e di autonomia delle scienze. In realtà anche specializzazione e autonomia ebbero una storia nella Grecia classica e i momenti-chiave di tale storia sono rintracciabili già nel secolo V, ma soprattutto nel secolo IV a.C. Se consideriamo il *Menone* di Platone, troviamo da una parte la considerazione di problemi geometrici, dall'altra l'invito a impiegare un metodo di risoluzione di problemi chiamato dai geometri « per ipotesi ». Per chiarire questi punti occorre esaminare i caratteri della soluzione del problema della quadratura delle lunule, fornita da Ippocrate di Chio, operante nella seconda metà del secolo V. Tale soluzione ci è conservata in gran parte nella esposizione di Eudemo di Rodi. Essa ci chiarisce il grado di rigore delle procedure geometriche di quel tempo. Ippocrate effettua cinque passaggi successivi: 1) enuncia il problema; 2) assume come principio una proposizione *A* (segmenti simili di cerchio stanno tra loro come i quadrati delle rispettive basi) utile per la soluzione del problema; 3) dimostra *A* mediante una proposizione *B* (i quadrati dei diame-

tri stanno tra loro come i rispettivi cerchi); 4) dimostra *B*; 5) distingue e risolve quattro casi del problema della quadratura delle lunule mediante l'impiego della proposizione *A*. L'ordine con il quale procede Ippocrate non è identico a quello che avrebbe assunto Euclide, il quale avrebbe dimostrato prima *B*, poi *A* e infine avrebbe risolto il problema. Né Euclide avrebbe presupposto come nota alcuna proposizione, come invece fa Ippocrate.

Ciò significa che per Ippocrate l'insieme dei principi non è tanto un sistema di assiomi e postulati, quanto l'insieme delle proposizioni che costituiscono le condizioni immediate di risolubilità di un problema specifico. Sappiamo, inoltre, che Ippocrate aveva ridotto il problema della duplicazione del cubo alla ricerca di due medie proporzionali tra due rette date. Non è da escludere che egli affrontasse il problema della quadratura delle lunule, pensando di ridurre a un problema più facilmente risolubile il problema della quadratura del cerchio, che in quegli stessi anni interessava Anassagora, Antifonte, Ippia di Elide. Nel celebre esempio dello schiavo, raccontato nel *Menone* platonico, il problema in questione è quello della duplicazione del quadrato, la cui risoluzione con mezzi aritmetici implicherebbe l'uso dell'irrazionale, cioè $\sqrt{2}$, quell'irrazionale che nella seconda metà del secolo V aveva turbato i sogni dei matematici, le loro concezioni dei numeri e delle proporzioni, anche se non sappiamo con certezza per quale via si fosse giunti alla sua scoperta. La via di uscita indicata nell'esempio platonico consiste nella riduzione del problema della duplicazione del quadrato a un problema risolubile in termini geometrici, cioè alla ricerca della media proporzionale tra due rette date: la diagonale. Non solo, ma Platone fa proprio il metodo « per ipotesi » per risolvere il problema della insegnabilità della virtù. La virtù è insegnabile, se è simile alla

scienza. Quest'ultima è l'ipotesi risolutiva del problema di partenza, nel senso che, se essa è vera, è vera anche l'insegnabilità. Ma la somiglianza della virtù con la scienza è, a sua volta, un problema. Si ricorre allora a un'altra ipotesi: se la virtù è un bene e non c'è bene fuori della scienza, allora la virtù è scienza. E così di seguito alla ricerca di ulteriori condizioni.

Per Platone, dunque, un filo diretto lega la filosofia alle discipline matematiche. I metodi si travasano, si estendono, ma talora anche si scontrano. Senza questo presupposto non si comprende l'attività della scuola da lui fondata, l'Accademia, un crogiuolo di ricerche matematiche. Nel suo ambito Teeteto perfezionava il tentativo di Teodoro da Cirene, che aveva dimostrato l'incommensurabilità di $\sqrt{3}$ fino a $\sqrt{17}$, mediante la costruzione di una teoria generalizzata dei numeri. Ma la generalizzazione di maggior portata per i suoi riflessi filosofici generali fu compiuta da Eudosso di Cnido che, se non membro effettivo dell'Accademia, vi gravitò intorno. A Eudosso risale la teoria delle proporzioni, presente nel libro V degli *Elementi* di Euclide, valida per ogni tipo di grandezze, commensurabili e incommensurabili. Ciò comporta una fondazione assiomatica della teoria mediante una definizione generalizzata di rapporto e proporzione. Da tale definizione potevano essere dedotte dimostrativamente le proprietà delle proporzioni, senza dover rimettere in discussione il punto di partenza della dimostrazione. Era la fondazione della totale autonomia della matematica e l'abbandono del metodo « per ipotesi ». A ciò Platone reagisce ribadendo la validità primaria del metodo « per ipotesi» nell'ambito filosofico-dialettico: gli assiomi delle matematiche devono essere rimessi in discussione, cioè venir considerati come problemi che per la loro soluzione richiedono ipotesi di ordine superiore fino al raggiungimento di un principio non più ipotetico, l'idea del

bene. Se è vero che le matematiche, per la loro insistenza sull'indipendenza degli oggetti matematici da quelli sensibili, costituivano per Platone la propedeutica essenziale alla dialettica, è altrettanto vero che la dialettica si poneva a un livello superiore rispetto alle matematiche. Ciò dipendeva dalla chiusura del discorso matematico in un ambito di autonomia. E tale autonomia Platone non era disposto ad accettare, conformemente, del resto, al suo progetto di una direzione filosofica totale della città, del suo assetto politico-economico come delle forme di cultura in essa operanti.

4. – Problema della filosofia come delle scienze era quello di determinare un concetto di scienza: su questo punto la cultura greca del secolo IV non costituiva affatto un insieme armonico. I secoli precedenti avevano elaborato una stupefacente molteplicità di immagini dell'universo: descrizioni geografiche, teoria delle armonie celesti, matematizzazione dell'ordine cosmico (pitagorici), spiegazioni cosmogoniche di tipo ciclico (Empedocle) o fondate su una concezione particellare dell'universo (Anassagora e gli atomisti) e così via. Ma non avevano individuato – né era nei loro intenti – confini tra filosofia e « scienza ». La medicina, nella molteplicità di elaborazioni presenti nel cosiddetto *Corpus hippocraticum*, se in alcuni scritti denunciava i debiti verso teorie filosofiche della natura e dell'uomo, in altri, soprattutto ne *La medicina antica*, mostrava invece la determinazione di porsi come autonoma scienza dell'uomo, l'unica tecnica in grado di condurlo alla salute. Ciò consentiva di concepire il corpo umano non come un'entità costante e immutabile, ma come una variabile dipendente da parametri quali il clima e la dieta. Ciò non significa che si ritenesse impossibile una classificazione tipologica di corpi e di malattie, ma l'importante era cogliere nel corso della tera-

pia la posizione occupata dal singolo paziente entro questa tipologia. A tale scopo lo strumento fondamentale della medicina ippocratica era la prognosi, consistente nell'interrogazione del paziente per l'anamnesi del decorso passato della malattia, nell'osservazione del suo stato presente e nella previsione del decorso futuro della malattia e dei giorni critici nei quali essa avrebbe avuto la sua risoluzione.

Anche a queste indicazioni metodologiche Platone si mostrava attento, già nei primi dialoghi (si pensi al *Carmide*), ma soprattutto nei dialoghi cosiddetti « dialettici ». Nonostante le pretese di autonomia, la medicina in alcune sue versioni era, secondo Platone, integrabile nel suo piano filosofico generale. Nel *Fedro* la medicina appariva l'esemplificazione di una tecnica capace di far propri i dettami della dialettica. Da una parte essa elaborava il quadro teorico di una tipologia dei corpi e delle malattie e insegnava a istituire corrispondenze bi-univoche tra gli elementi delle due serie (corpi e malattie); dall'altra si mostrava in grado di individuare nell'esperienza del caso singolo la presenza del tipo generale. E la dialettica come divisione di una idea unitaria nella molteplicità delle sue articolazioni era la tecnica fondamentale per costruire una tipologia, e nell'Accademia si sarebbe dimostrata un potente strumento classificatorio nell'ambito botanico e zoologico. Ad essa sarebbe ancora stato sensibile Aristotele nelle *Ricerche sugli animali*. Ma, a ben vedere, la dialettica come divisione, pur nella sua importanza per l'approccio ai fenomeni del vivente, non costituiva per Platone una rinuncia alla concezione del mondo sensibile presente nelle sue prime opere. Essa era importante come schema logico-teorico, come strumento capace di imbrigliare la varietà e la molteplicità in una maglia di relazioni accertabili di volta in volta, ma il suo oggetto erano pur sempre le idee. E ciò era con-

forme alla concezione che gli oggetti della scienza devono essere costanti, non mutevoli. Nel *Timeo*, uno dei suoi ultimi dialoghi, quando si tratterà di fornire un'immagine complessiva del mondo, egli la rivestirà della forma del mito, riprendendo il tradizionale racconto cosmogonico con l'aggiunta della figura del demiurgo, l'artigiano divino che costruisce finalisticamente il mondo, conformandosi al modello delle idee. Ma non invano erano trascorse teorie particellari e matematica: i costituenti dei quattro elementi erano per Platone di struttura triangolare e l'intero mondo fisico appariva come un colossale edificio di struttura geometrica.

Anche per gli sviluppi dell'astronomia matematica l'Accademia aveva avuto un ruolo fondamentale. L'immagine dell'universo corrente nel secolo IV poneva all'esterno la sfera delle stelle fisse, la terra al centro e il sole ruotante lungo l'eclittica. Tale immagine rendeva conto delle stagioni e del movimento delle stelle e del sole e si mostrava funzionale alle esigenze dell'agricoltura e della navigazione. Rispetto ad essa la teoria filolaica del fuoco centrale, invisibile agli abitanti della terra situati sulla parte opposta rispetto al centro, non aveva avuto seguito. E analoga sorte era toccata alla teoria atomistica dell'infinità dell'universo e della pluralità dei mondi. Lo stesso Platone, così critico nei riguardi del mondo dei sensi, aveva accolto questa immagine geocentrica, più immediatamente vicina ai dati sensibili. Le orbite dei pianeti erano situate tra la terra e le stelle fisse, ma il problema era di rintracciare la regolarità al di sotto dell'apparente irregolarità (per esempio la retrocessione) del loro movimento. A tale problema, posto da Platone, diede una soluzione Eudosso, secondo il quale ogni pianeta era posto sulla sfera interna di un gruppo di più sfere concentriche tra loro collegate. In particolare egli impiegava 27 sfere, 3 per la luna e il sole, 4 per i cinque pianeti e una per le

stelle fisse. La combinazione dei movimenti simultanei di ognuna delle sfere del gruppo concernente il pianeta produceva una curva detta « ippopede », capace di spiegare il moto complessivo del pianeta e le sue apparenti irregolarità, come il retrocedere. Pur presentando l'inconveniente di presupporre invariante la distanza tra i pianeti e la terra – il che non spiegava le variazioni di luminosità dei pianeti – tale modello, per la sua semplicità matematica, fu seguito da Callippo con correzioni e da Aristotele. Ma c'erano anche ragioni di ordine filosofico più generale che lo rendevano accettabile. Nell'*Epinomide*, un dialogo scritto probabilmente da Filippo di Opunte, allievo di Platone, i corpi celesti ricevevano un'investitura divina che li trasformava in oggetti intelligenti degni di culto. La credenza nella posizione centrale della terra e nella distinzione dei corpi celesti, composti di etere e dotati di movimento circolare, da quelli sub-lunari, composti dei quattro elementi e dotati di movimento dal centro alla periferia e viceversa, costituisce il perno della stessa cosmologia aristotelica. In base ad essa il geocentrismo si sposava alla concezione dell'unità e della finitudine dell'universo, dal momento che ogni elemento si disponeva nella struttura cosmica secondo un proprio luogo naturale. Il fatto è che per Aristotele, come già per Platone, il mondo era comprensibile soltanto in termini di progetto intelligente, cioè secondo uno schema finalistico. Ciò era ribadito da Aristotele anche nella più matura delle sue opere biologiche, le *Parti degli animali*, dove, accanto alla critica allo strumento dicotomico dei platonici, si poneva la critica al metodo di spiegazione genetica, del quale ampio uso avevano fatto i presocratici. Per Aristotele gli esseri viventi erano forniti di determinate proprietà e parti non in quanto formati in un certo modo, bensì perché tale era la loro sostanza. La coppia dei concetti di sostanza e di causa si poneva al centro

dell'edificio aristotelico. La genesi degli enti era totalmente dipendente dalla struttura finalistica che doveva realizzare e tale struttura finalistica era dettata dalla sostanza: questa determinava la funzione e il fine a cui i vari enti erano destinati nel piano generale dell'universo.

5. – La teoria aristotelica della scienza è la più organica e sistematica tra quelle conservateci dall'età classica. Essa fu elaborata in concomitanza con il riconoscimento dell'importanza centrale dei concetti di sostanza e di causa. Da Platone essa assume il carattere di costanza e immutabilità degli oggetti della scienza; ma, mentre per Platone tali oggetti costanti erano situati in molteplicità di relazioni possibili, forse mai afferrabili nella loro totalità, per Aristotele la costanza è interpretabile secondo la modalità della necessità: il necessario (e solo subordinatamente il per lo più) è l'oggetto proprio della scienza. Soltanto degli oggetti necessari è possibile rintracciare il perché e la ricerca del perché, cioè la ricerca della causa, obiettivo primario della scienza, equivale alla ricerca delle relazioni di inerenza tra oggetti. Ma compito della scienza è dimostrare il carattere necessario di tali relazioni. E la dimostrazione – sostiene Aristotele – procede sempre da premesse: lo strumento in cui essa si organizza è il sillogismo. Naturalmente il problema fondamentale a questo punto era posto dal carattere delle premesse. Se esse erano il risultato di dimostrazioni precedenti, il problema era soltanto rinviato all'indietro. Per evitare il ricorso all'infinito, che avrebbe radicalmente compromesso il carattere di verità della scienza, occorreva rintracciare un tipo di premesse la cui verità non richiedesse necessariamente la dimostrazione e un organo, diverso dalla dimostrazione, in grado di coglierle. Secondo Aristotele, tale organo era l'intelletto. Nell'ela-

borazione di questa struttura del discorso scientifico sono evidenti i suggerimenti dell'assiomatizzazione delle scienze matematiche, ormai definitivamente impostasi vittoriosa dopo i primi tentativi di Eudosso.

Questa teoria della scienza consentiva ad Aristotele, d'altra parte, una nuova sistemazione del sapere, differenziata rispetto alla posizione platonica. Platone aveva rifiutato l'autonomia delle scienze matematiche, subordinandole come gradi propedeutici alla scienza per eccellenza, la dialettica, capace di rimettere in discussione gli stessi assiomi di tali scienze allo scopo di rintracciarne fondamenti più generali. Aristotele, sotto un certo aspetto, accetta invece l'autonomia delle singole scienze, nel senso che ognuna si ritaglia un genere, un campo dell'essere o, meglio, considera l'essere sotto un punto di vista che le è proprio. In questo senso ogni scienza dispone di un blocco di principi o assiomi indimostrabili appartenenti in proprio ad essa e non trasferibili ad altre scienze: tali sono, per esempio, le definizioni degli enti geometrici e aritmetici. Questi principi sono gli elementi, a partire dai quali si dimostrano le proprietà degli enti che costituiscono il genere proprio di una scienza: le dimostrazioni già effettuate saranno, a loro volta, elementi delle dimostrazioni successive e così via. Sarà questo significato di « elementi » a dare il titolo all'opera di Euclide. I principi propri e il genere ad essi corrispondente sono i criteri in base ai quali Aristotele è in grado di costruire una classificazione delle scienze aventi per oggetto il necessario: la matematica che ha per oggetto l'essere sotto l'aspetto della quantità, la fisica sotto quello del movimento e la filosofia prima l'essere in quanto essere. Ma già questa tripartizione mette in luce una differenza di livello tra la filosofia prima, da una parte, e la matematica e la fisica, dall'altra. In realtà – e su ciò Aristotele sembra maggiormente vicino all'eredità platonica – tra le scienze spe-

ciali e la filosofia si costituisce una gerarchia, non già nel senso che la filosofia debba intromettersi nel campo proprio e nei risultati delle scienze, bensì nel senso che i confini iniziali, verso l'alto, delle scienze toccano in qualche modo la filosofia. Accanto ai principi propri, le scienze dispongono di principi comuni e senza questi principi comuni non possono organizzarsi come scienze. Sono tali un certo tipo di assiomi autoevidenti come « il tutto è maggiore della parte » e principi come quello di non contraddizione, che non è dimostrabile, ma che tuttavia il filosofo può provare dialetticamente, mostrando le assurdità derivanti dalla sua negazione. I nemici delle scienze possono cioè essere combattuti vittoriosamente dalla filosofia. Ciò significa che gli strumenti che assicurano il grado di incontrovertibile scientificità delle singole scienze dipendono, in ultima analisi, dalla filosofia. Filosofia e scienze si ritrovano così saldate in un destino comune: il sapere costituisce un insieme sistematico unitario.

6. – A partire dalla fine del secolo IV a.C., nell'area culturale della cosiddetta età alessandrina o ellenistica, si assiste a un mutamento della situazione, a un divorzio di fatto tra ricerca filosofica e discipline scientifiche. È difficile individuare le ragioni di tale mutamento. Solitamente si è indicato il cambiamento dei moventi della ricerca filosofico-scientifica, imputabile al crollo della *polis* e al contemporaneo affermarsi delle grandi monarchie, il che avrebbe sottratto terreno all'iniziativa politica dei cittadini o, meglio, allo stesso *status* politico del cittadino, obbligando gli individui a rinchiudersi nella loro singolarità, soli con la loro vita e il loro destino. Di qui sarebbe derivata un'accentuazione unilaterale in chiave etica della ricerca filosofica: gli ideali nuovi sarebbero diventati il «vivi nascostamente» dell'epicureismo e il saggio stoico. Ma forse un'analisi

delle istituzioni dell'Atene ellenistica potrebbe mostrare che il passaggio, visto con gli occhi di un cittadino di allora, non era stato così radicale come a noi oggi può apparire. Non solo, ma Stoicismo ed Epicureismo continuano a elaborare temi non etici, trasmessi loro dalla tradizione filosofica, e non sempre e soltanto per finalità etiche: l'atomismo da parte degli epicurei, per esempio, o la fisica pneumatica degli stoici o i problemi logici dell'inferenza e del ragionamento. Però questi temi non agiscono più, se non sporadicamente, nel vivo delle elaborazioni delle discipline scientifiche né viceversa.

La disciplina, nella quale più vivo rimane lo scambio metodologico con la filosofia, è la medicina che, se nel suo versante razionale e dogmatico resta ancorata ai dettami della tradizione e alla ricerca delle cause, nel suo versante empirico rifiuta ciò che non è testimoniato dall'esperienza diretta, imparentandosi non di rado con le posizioni degli scettici contemporanei. Ma le scienze matematiche, nello splendore di altissimi risultati, da Euclide ad Archimede e ad Apollonio di Perga, fanno definitivamente proprio il punto di vista assiomatico e non lo abbandonano: gli *Elementi* di Euclide s'impongono come modello nella loro struttura, che Euclide stesso farà valere anche nell'ambito dell'ottica. Archimede sarà ben consapevole che diverso può essere il metodo euristico di teoremi geometrici – e precisamente mediante la meccanica, secondo un impiego che egli ne avrebbe fatto – ma l'unica vera dimostrazione rimarrà per lui quella per via puramente geometrica, non mescolata con elementi di provenienza estranea. E questo stesso metodo dimostrativo a partire da assiomi è impiegato da Aristarco di Samo per determinare le distanze del sole e della luna. Tra l'altro, per spiegare le variazioni di luminosità dei pianeti, cioè il variare della loro distanza rispetto alla terra, Aristarco abbandona il geo-

centrismo a favore di una teoria eliocentrica, pur conservando il principio della circolarità del moto. Se la velocità angolare dei corpi celesti varia, ciò dipende dal fatto che non la osserviamo dal centro. Nell'abbandono della prevalente concezione dell'universo Aristarco era stato preceduto da Eraclide Pontico, allievo di Platone, il quale aveva sostenuto la rotazione diurna della terra e il movimento di Mercurio e Venere intorno al sole. Ma entrambi questi tentativi non avevano seguito, sia perché più distanti dall'osservazione né più utili esplicativamente, sia soprattutto per la resistenza delle credenze tradizionali. Per lo stoico Cleante l'eliocentrismo di Aristarco meritava un'accusa di empietà. Alla chiusura delle scienze specializzate verso la filosofia corrispondeva la chiusura della filosofia verso tentativi di aprire strade nuove alla scienza. Questa chiusura è un fatto e non deve essere intesa come una valutazione o, peggio, una svalutazione. Non è da escludere che essa sia anche stata salutare per lo sviluppo di singole discipline scientifiche. Ciò è abbastanza sicuro, anzi, per le matematiche.

Per spiegare il diverso clima culturale occorre tener conto anche di un diverso tipo di organizzazione e di trasmissione del sapere. La cultura filosofica e scientifica dei secoli V e IV a.C. era una cultura affidata in gran parte alla parola e alla discussione, benché il libro fosse già una realtà. Ma il libro – si pensi ai dialoghi di Platone e a quelli perduti di Aristotele – era più il deposito di un'elaborazione orale che una costruzione autonoma. L'ambito di formazione delle dottrine filosofiche e scientifiche erano le scuole, l'Accademia e poi il Liceo, ove gli scambi orali erano intensi. Ma già nelle scuole prende forma un tipo di scritto, la bozza di lezioni, gli appunti (tali sono le opere conservate di Aristotele) che si muovono nella direzione del trattato. Nell'epoca ellenistica, filosofia e scienze si scindono

anche a livello istituzionale: ad Atene restano le vecchie scuole filosofiche e se ne fondano di nuove, ma gli scienziati sono altrove, ad Alessandria o a Siracusa. Ad Atene continua la tradizione della discussione filosofica, ma ad Alessandria il libro nella nuova veste del trattato diventa la vera forma dell'elaborazione scientifica come forma appropriata all'autonomia di ogni edificio scientifico assiomatico.

AVVERTENZA

Nella prima sezione sono stati utilizzati i seguenti testi: Aristotele, *La metafisica* (a cura di C. A. Viano), Torino, UTET, 1974, pp. 186-88, 188-94, 194-95, 195-96, 197-98, 199, 201-2, 205-6, 212, 229-30; *Die Schule des Aristoteles* (a cura di F. Wehrli), Basel-Stuttgart, Schwabe, 1945 e 1955, vol. II, fr. 23-24, e vol. VIII, fr. 133-38. Per le testimonianze di Porfirio, Giamblico, Proclo, Aezio e Anonimo Londinense 11, 22 si è fornita la traduzione del testo edito in *Die Fragmente der Vorsokratiker* (a cura di H. Diels e W. Kranz), Berlin, Weidmann, 6ª ed. 1951, citato con la sigla DK. Per i passi dell'Anonimo Londinense concernenti Filolao e Filistione si è riportata la traduzione di M. Vegetti comparsa in: Ippocrate, *Opere*, Torino, UTET, 1965, pp. 98, 104-5.

I frammenti di Anassagora, Archita, Democrito, Filolao, Zenone, che compaiono nella seconda sezione, sono stati tratti dall'edizione citata *Die Fragmente der Vorsokratiker*. Per quanto riguarda Euclide, IX, 21-29, si è seguita la traduzione di L. Maccioni nel volume *Gli elementi*, Torino, UTET, 1970, pp. 550-55. Per il passo dei *Problemi* attribuiti ad Aristotele si è seguita l'edizione: *Aristotelis Opera edidit Academia Regia Borussica* (a cura di I. Bekker), Berlin, 1831. Per la *Fisica* di Aristotele si è seguita l'edizione: *Aristotelis Physica* (a cura di W. D. Ross), Oxford, Clarendon Press, 1956. Il testo dello Scolio a Euclide è pubblicato in *Euclidis Elementorum libri* (a cura di J. H. L. Heiberg), Leipzig, Teubner, 1883-1888. Per il testo degli *Analitici primi* di Aristotele si è seguita l'edizione: Aristotle, *Prior and Posterior Analitics* (a cura di W. D. Ross), Oxford, Clarendon Press, 1965. Il passo del *Teeteto* di Platone è tratto dall'edizione seguente: *Platonis Opera* (a cura di J. Burnet), Oxford, Clarendon Press, 1901. Per i passi tratti dal *Menone* e dal *Fedone* di Platone si è utilizzata la traduzione italiana di G. Cambiano nel volume *Dialoghi filosofici*, Torino, UTET, 1970, pp. 491-97, 500-502, 576-77. Per

i passi tratti dalla *Repubblica* di Platone, in questa seconda sezione, si è utilizzata la traduzione italiana di F. Adorno nel volume *Dialoghi politici e lettere*, Torino, UTET, 1970, vol. I, pp. 485-87, 507-9, 517-20. Il fr. 140 di Eudemo è stato tradotto dall'edizione citata *Die Schule des Aristoteles*, vol. VIII. Per i passi degli *Elementi* di Euclide, la paternità dei quali è attribuita a Eudosso, si è utilizzata la traduzione citata di L. Maccioni, pp. 298-300, 596-98, 931-38.

Nella terza sezione i frammenti di Anassagora, Archita, Democrito, Empedocle, Filolao, Leucippo e le testimonianze di Strabone e Aezio sono tratti dall'ed. cit. *Die Fragmente der Vorsokratiker*. Dei passi tratti dalla *Repubblica*, dal *Timeo* e dall'*Epinomide* si è riportata la trad. it. cit. di F. Adorno, vol. I, pp. 438-42, 691-93, 695-99, 699-700, 723-24, 731-34, 737-38; vol. II, pp. 547-51, 557, 558-59. La testimonianza di Aristotele su Eudosso è tratta dalla trad. it. cit. della *Metafisica*, pp. 514-16. La testimonianza di Simplicio è tratta da *In Aristotelis de Coelo commentaria* (a cura di J. L. Heiberg), Berlin, 1894. I passi della *Fisica* di Aristotele sono tratti dall'ed. cit. a cura di W. D. Ross. Per il *De coelo* si è utilizzata la traduzione italiana di O. Longo nel volume Aristotele, *De coelo*, Firenze, Sansoni, 1962, pp. 7, 9, 11, 13, 15, 17, 51, 53, 65, 105, 107, 109, 161, 187, 189. Il passo della *Metafisica* di Aristotele è tratto dalla trad. it. cit., pp. 513-14. Per le testimonianze su Eraclide Pontico si è seguita l'edizione: *Die Schule des Aristoteles* (a cura di F. Wehrli), Basel-Stuttgart, Schwabe, 1953, vol. VII.

Nella quarta sezione i frammenti di Alcmeone e Empedocle sono tratti dall'ed. cit. *Die Fragmente der Vorsokratiker*. Per il fr. 6 di Diogene di Apollonia, i testi attribuiti a Ippocrate e quelli tratti dalle opere di Aristotele si sono utilizzate le seguenti traduzioni: Ippocrate, *Opere* (a cura di M. Vegetti), Torino, UTET, 1965, pp. 129-34, 134-38, 154-57, 171-73, 209-211, 271-74, 276-77, 291, 312-13; Aristotele, *Opere biologiche* (a cura di D. Lanza e M. Vegetti), Torino, UTET, 1971, pp. 132-37, 208-9, 421-23, 560, 561-65, 568-69, 587-89, 1014. Il testo del *Fedro* è stato tratto dalla seguente edizione: *Platonis Opera* (a cura di J. Burnet), Oxford, Clarendon Press, 1901. Per i passi tratti dal *Politico* e dal *Timeo* si è utilizzata la trad. it. cit. di F. Adorno, vol. I, pp. 719-20, 780-83, 835-36. I testi di Teofrasto sono tratti dalla edizione seguente: *Theophrasti Eresii Opera, quae supersunt omnia* (a cura di F. Wimmer), Paris, Didot, 1866.

I testi di Aristotele nella quinta sezione sono tratti dalle edi-

zioni seguenti: Aristotele, *La metafisica* (a cura di C. A. Viano), Torino, UTET, 1974, pp. 185, 235, 270-73, 301, 343, 344-45, 345-46, 347-49, 396, 399-400; Aristotle, *Prior and Posterior Analitics* (a cura di W. D. Ross), Oxford, Clarendon Press, 1965; *Aristotelis Physica* (a cura di W. D. Ross), Oxford, Clarendon Press, 1956.

Nella sesta sezione sono stati utilizzati i seguenti testi: Euclide, *Gli elementi* (a cura di A. Frajese e L. Maccioni), Torino, UTET, 1970, pp. 65-71, 73-74, 427-32; *Celsi quae supersunt omnia* (a cura di F. Marx), Leipzig, Teubner, 1915; T. Heath, *Aristarchus of Samos, the Ancient Copernicus. A History of Greek Astronomy to Aristarchus together with Aristarchus's Treatise On the Sizes and Distances of the Sun and Moon*, Oxford, Clarendon Press, 1913; Archimede, *Opere* (a cura di A. Frajese), Torino, UTET, 1975, pp. 69-72, 397-99, 447-50, 571-75; *Heronis Opera, quae supersunt omnia*. Vol. II: *Mechanika et catoptrica* (a cura di L. Nix e W. Schmidt), Leipzig, Teubner, 1900.

NOTA BIBLIOGRAFICA

Un quadro generale delle ricerche storiografiche dell'antichità concernenti la filosofia e la scienza si può trovare in M. Dal Pra, *La storiografia filosofica antica*, Milano, Bocca, 1950. Sulle opere biografiche è importante A. Momigliano, *Lo sviluppo della biografia greca* (trad. it. di G. Donini), Torino, Einaudi, 1974. Sulla storiografia aristotelica sono di fondamentale importanza i due volumi di H. Cherniss, *Aristotle's Criticism of Presocratic Philosophy*, Baltimore, The Johns Hopkins Press, 1935, e *Aristotle's Criticism of Plato and the Academy*, Baltimore, The Johns Hopkins Press, vol. I, 1944.

Per le storie generali della filosofia antica, oltre alla traduzione italiana in vari volumi (con aggiornamenti) di E. Zeller, *La filosofia dei Greci nel suo sviluppo storico*, Firenze, La Nuova Italia, 1932 sgg., e a T. Gomperz, *Pensatori greci* (trad. it. di L. Bandini e D. Faucci), Firenze, La Nuova Italia, 4 voll., 1933-62, si rinvia a F. Adorno, *La filosofia antica*, Milano, Feltrinelli, 2 voll., 1961-65, anche per la ricchissima bibliografia.

Per le storie generali della scienza nell'antichità si può ancora ricorrere utilmente a vecchie opere, tra le quali si possono ricordare F. Enriques-G. De Santillana, *Storia del pensiero scientifico*, Bologna, Zanichelli, 1932; A. Rey, *La jeunesse de la science grecque*, Paris, La Renaissance du Livre, 1933, seguito da altri volumi sulle epoche successive. Tra le opere più recenti si ricordano B. Farrington, *Storia della scienza greca* (trad. it. di G. Gnoli), Milano, Mondadori, 1964; B. L. Van der Waerden, *Science Awakening* (trad. ingl. di A. Dresden), Groningen, Noordhoff, 1954; K. Von Fritz, *Grundprobleme der Geschichte der antiken Wissenschaft*, Berlin-New York, De Gruyter, 1971; G. E. R. Lloyd, *Early Greek Science: Thales to Aristotle*, London, Chatto & Windus, 1970.

Sulla storia delle matematiche l'opera fondamentale rimane T. Heath, *A History of Greek Mathematics*, Oxford, Clarendon Press, 2 voll., 1921. Per gli studi di epoca più recente si può

utilmente ricorrere a P. H. Michel, *De Pythagore à Euclide. Contribution à l'histoire des mathématiques préeuclidiennes*, Paris, Les Belles Lettres, 1950; O. Becker, *Das mathematische Denken der Antike*, Göttingen, Vandenhoeck und Ruprecht, 1957; A. Frajese, *Attraverso la storia della matematica*, Roma, Veschi, 1962; F. Lasserre, *The Birth of Mathematics in the Age of Plato*, London, Hutchinson, 1964, il quale tratta anche della storia dell'astronomia; *Zur Geschichte der griechischen Mathematik* (a cura di O. Becker), Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1965, e A. Szabò, *Anfänge der griechischen Mathematik*, München-Wien, Oldenburg, 1969.

Sulla storia dell'astronomia antica è ancor oggi fondamentale T. Heath, *Aristarchus of Samos, the Ancient Copernicus. A History of Greek Astronomy to Aristarchus*, Oxford, Clarendon Press, 1913. Un'esposizione molto chiara delle concezioni astronomiche dell'antichità si può trovare in T. S. Kuhn, *La rivoluzione copernicana. L'astronomia planetaria nello sviluppo del pensiero occidentale* (trad. it. di T. Gaino), Torino, Einaudi, 1972. Sulle teorie fisiche si può ricorrere al volume di S. Sambursky, *Il mondo fisico dei Greci* (trad. it. di V. Geymonat), Milano, Feltrinelli, 1959.

Sulla storia della medicina antica un utile panorama generale è fornito da E. D. Phillips, *Greek Medicine*, London, Thames and Hudson, 1973. Di fondamentale importanza sono i saggi di L. Edelstein, *Ancient Medicine*, Baltimore, The Johns Hopkins University Press, 1967.

La storiografia sulle scuole e sui singoli scienziati e filosofi è molto vasta. Sul pitagorismo l'opera oggi fondamentale è quella di W. Burkert, *Weisheit und Wissenschaft. Studien zu Pythagoras, Philolaos und Platon*, Nürnberg, Carl, 1962. Sull'atomismo si possono consultare i volumi di V. E. Alfieri, *Atomos idea. L'origine del concetto dell'atomo nel pensiero greco*, Firenze, Le Monnier, 1953, e di D. J. Furley, *Two Studies in the Greek Atomism*, Princeton, Princeton University Press, 1962.

Sulla medicina ippocratica e, in generale, sugli scritti del *Corpus* ippocratico un panorama complessivo è fornito da L. Bourgey, *Observation et expérience chez les médecins de la Collection hippocratique*, Paris, Vrin, 1953.

Utili osservazioni generali si trovano in K. R. Popper, « Ritorno ai presocratici », nel volume *Congetture e confutazioni* (trad. it. di G. Pancaldi, intr. di G. Sandri), Bologna, Il Mulino, 1972, pp. 235-85. Sulle tecniche argomentative è importante lo studio di G. E. R. Lloyd, *Polarity and Analogy. Two*

Types of Argumentation in Early Greek Thought, Cambridge, Cambridge University Press, 1966. Sull'atteggiamento dei Greci verso le tecniche considerazioni importanti sono svolte in alcuni saggi di J. P. Vernant, *Mito e pensiero presso i Greci* (trad. it. di M. Romano e B. Bravo, intr. di B. Bravo), Torino, Einaudi, 1970.

Un quadro generale della filosofia di Platone è rintracciabile nei volumi — per alcuni aspetti invecchiati — di A. E. Taylor, *Platone. L'uomo e l'opera* (trad. it. di M. Corsi, intr. di M. Dal Pra), Firenze, La Nuova Italia, 1968, e di L. Robin, *Platone* (trad. it. di F. Calabi), Milano, Lampugnani Nigri, 1971. Sui rapporti di Platone con le ricerche matematiche si vedano i volumi di C. Mugler, *Platon et la recherche mathématique de son époque*, Strasbourg-Zürich, Heitz, 1948; R. S. Brumbaugh, *Plato's Mathematical Imagination*, Bloomington, Indiana University Press, 1954; A. Wedberg, *Plato's Philosophy of Mathematics*, Stockholm, Almqvist and Wicksell, 1955. Sulla cosmologia platonica sono importanti A. E. Taylor, *A Commentary on Plato's Timaeus*, Oxford, Clarendon Press, 1928; F. M. Cornford, *Plato's Cosmology. The Timaeus of Plato*, London, Routledge and Kegan Paul, 1937; C. Mugler, *La physique de Platon*, Paris, Klincksieck, 1960.

Sulla filosofia aristotelica sono ancor oggi importanti le opere generali di W. D. Ross, *Aristotele* (trad. it. di A. Spinelli), Milano, Feltrinelli, 1971; D. J. Allan, *La filosofia di Aristotele* (trad. it. di F. Decleva Caizzi), Milano, Lampugnani Nigri, 1973; G. E. R. Lloyd, *Aristotle: the Growth and Structure of his Thought*, Cambridge, University Press, 1968. Sulla questione delle fasi e dello sviluppo della filosofia di Aristotele gli studi fondamentali sono quelli di W. Jaeger, *Aristotele. Prime linee di una storia della sua evoluzione spirituale* (trad. it. di G. Calogero), Firenze, La Nuova Italia, 1935, e di I. Düring, *Aristotele* (trad. it. di P. Donini), Milano, Mursia, 1976. Sulla fisica aristotelica si vedano F. Solmsen, *Aristotle's System of Physical World*, New York, Cornell University Press, 1960; W. Wieland, *Die aristotelische Physik*, Göttingen, Vandenhoeck und Ruprecht, 1962, e J. Moreau, *L'espace et le temps selon Aristote*, Padova, Antenore, 1965. Sulla concezione aristotelica della matematica sono utili gli studi di T. Heath, *Mathematics in Aristotle*, Oxford, Clarendon Press, 1949, e H. G. Apostle, *Aristotle's Philosophy of Mathematics*, Chicago, Chicago University Press, 1952. Per la logica e la teoria della scienza si veda C. A. Viano, *La logica di Aristotele*, Torino, Taylor, 1955; un'interpretazione della logica aristotelica dal punto di vista della logica contemporanea si trova

in W. C. e M. Kneale, *Storia della logica* (trad. it. di A. G. Conte), Torino, Einaudi, 1972, pp. 31-120. Sulle ricerche biologiche di Aristotele si veda L. Bourgey, *Observation et expérience chez Aristote*, Paris, Vrin, 1955. Sugli studi di medicina nella scuola aristotelica è importante W. Jaeger, *Diokles von Karystos. Die griechische Medizin und die Schule des Aristoteles*, Berlin, De Gruyter, 2ª ed. 1963.

Un panorama della scienza nell'età alessandrina e sotto il dominio romano è tracciato da W. H. Stahl, *La scienza dei Romani* (trad. it. di I. Rambelli), Bari, Laterza, 1974. Su Archimede è ancora utile lo studio di E. Rufini, *Il «metodo» di Archimede e le origini del calcolo infinitesimale nell'antichità*, Bologna, Zanichelli, 1926, nuova ed. Milano, Feltrinelli, 1961. Su Aristarco di Samo è fondamentale l'opera già citata di T. Heath. Sulla medicina empirica nell'età ellenistica si veda K. Deichgräber, *Die griechische Empirikerschule. Sammlung der Fragmente und Darstellung der Lehre*, Berlin-Zürich, Weidmann, 2ª ed. 1965. Sulle ricerche di meccanica è fondamentale A. G. Drachmann, *The Mechanical Technology of Greek and Roman Antiquity. A Study of the Literary Sources*, Copenhagen, Munksgaard, 1963.

I/ LO SVILUPPO DEL SAPERE NEL QUADRO STORIOGRAFICO DEGLI ANTICHI

La posizione storiografica di Aristotele si trova espressa, oltre che in discussioni presenti in vari passi delle sue opere, soprattutto nel primo libro della *Metafisica*. La *Metafisica* è una delle opere risultanti da appunti stesi da Aristotele personalmente o raccolti da qualcuno dei suoi allievi e destinati esclusivamente al pubblico interno del Liceo, mentre le sue opere per il pubblico esterno, scritte sotto forma di dialoghi, sono andate perdute. È incerto se i vari libri della *Metafisica* costituissero originariamente un'opera unica o fossero il risultato di un'addizione posteriore di libri tra loro indipendenti. Ma in entrambi i casi si spiega la posizione iniziale assegnata a quello che è oggi per noi il libro I, come rassegna preliminare delle ricerche precedenti.

I filosofi ai quali Aristotele accenna nel libro I appartengono a secoli diversi. E ad Aristotele stesso risale forse l'indicazione di Talete di Mileto, fiorito nei primi decenni del secolo VI a.C., come primo dei filosofi (primato assegnatogli dalla tradizione anche nell'ambito della geometria). Accanto a lui, come monisti, Aristotele colloca Ippone, di cui non è sicuro il luogo di origine, fiorito verso la metà del secolo V a.C.; Anassimene di Mileto, forse allievo di Anassimandro, vissuto verso la metà del secolo VI; Diogene di Apollonia, contemporaneo di Anassagora e operante verso la metà del secolo V; Ippaso di Metaponto, appartenente alla scuola pitagorica e vissuto probabilmente nella prima metà del secolo V e infine Eraclito di Efeso, fiorito tra la fine del secolo VI e gli inizi del V. Di fronte a questi Aristotele colloca come pluralisti Empedocle di Agrigento, nato verso il 492 circa; Anassagora, nato a Clazomene verso il 499-98, ma vissuto in gran parte ad Atene, donde fu esiliato in seguito a un processo di empietà; Leu-

cippo di Abdera, vissuto nel secolo V, e Democrito di Abdera, operante nella seconda metà del secolo V. Non molto chiaro è Aristotele sui pitagorici, che egli chiama « i cosiddetti pitagorici »: non risulta mai evidente se si tratti dei pitagorici più antichi, dei contemporanei degli altri pluralisti oppure di pitagorici del secolo IV. Contro costoro, sia monisti sia pluralisti, Aristotele pone gli eleati, i quali, benché monisti, negano la realtà del movimento: di essi nomina – a parte un loro ipotetico precursore, Senofane di Colofone – Parmenide di Elea, nato verso il 540-39 e autore di un poema in versi, intitolato in seguito *Sulla natura*, del quale abbiamo frammenti, e Melisso di Samo, fiorito verso il 440 a.C., anch'egli autore di uno scritto intitolato poi *Sulla natura o sull'essere*, ma in prosa. Per ultimo Aristotele accenna al suo maestro, Platone, del quale fornisce uno schema di interpretazione storiografica, concependolo come sintesi del pensiero di Cratilo, sostenitore della tesi eraclitea del divenire continuo degli enti, e di Socrate, ricercatore dell'universale.

Le ricerche storiografiche di Aristotele furono proseguite da molti suoi allievi. Eudemo di Rodi, contemporaneo di Teofrasto, fu autore, oltre che di scritti logici e di opere di fisica, di storie della geometria, dell'aritmetica e dell'astronomia, ricche di notizie su scienziati altrimenti ignoti o scarsamente noti: per secoli fu considerato un'autorità in questo campo. Sia Proclo, nato a Costantinopoli nel 410 d.C. e morto nel 485, uno degli ultimi rappresentanti del neoplatonismo ad Atene, nel suo *Commentario al libro I degli Elementi di Euclide*, sia Simplicio, altro neoplatonico a lui posteriore, nel suo *Commento alla Fisica di Aristotele*, si richiamano a Eudemo come a loro fonte nel riferire teorie geometriche di Pitagora o Talete, come di Ippocrate di Chio, anche se non è sicuro che Proclo utilizzasse direttamente Eudemo o non piuttosto una fonte derivata da Eudemo. Accanto a Eudemo – più che non Aristosseno di Taranto, altro allievo di Aristotele, autore di importanti scritti musicali e influenzato direttamente dal pitagorismo, del quale contribuì a creare la leggenda, portata poi a compimento in ambito neoplatonico, soprattutto ad opera di Porfirio di Tiro, vissuto nel secolo III d.C., e del suo sco-

laro Giamblico di Calcide, autori entrambi di una *Vita di Pitagora* – l'altra fonte primaria per tutta la posteriore storiografia filosofica e scientifica fu Teofrasto di Ereso (373-287 a.C. circa), successore di Aristotele alla direzione del Liceo fino alla sua morte. Fu autore di un'opera sulle *Opinioni dei fisici*, conservataci solo in forma frammentaria, che fu forse compendiata già da lui stesso e costituì la base per l'elaborazione delle dossografie posteriori, repertori di consultazione talora alterati e con fraintendimenti rispetto alla fonte. Secondo Hermann Diels, da Teofrasto sarebbero derivati i *Vetusta Placita*, dovuti a un discepolo di Posidonio e andati perduti, ai quali si sarebbe ispirato Aezio, un peripatetico eclettico vissuto tra la fine del secolo I e l'inizio del II d.C. Un altro allievo di Aristotele, Menone, dovette compiere il lavoro di Eudemo e Teofrasto nel campo della medicina. Estratti della storia della medicina di Menone sono conservati nel cosiddetto Anonimo Londinense, un papiro del British Museum pubblicato da Diels nel 1893, il quale risale probabilmente al secolo II d.C. e contiene una rassegna dossografica sulle cause delle malattie, che prescinde da problemi di collocamento culturale.

1. Aristotele: meraviglia e ricerca collettiva.

Basta guardare a quelli che per primi hanno esercitato la filosofia, perché risulti chiaramente che la sapienza non è un sapere produttivo. Infatti gli uomini, sia da principio sia ora, hanno cominciato a esercitare la filosofia attraverso la meraviglia. Da principio esercitarono la meraviglia sulle difficoltà che avevano a portata di mano; poi, progredendo così poco alla volta, arrivarono a porsi questioni intorno a cose più grandi, per esempio su ciò che accade alla luna, al sole e agli astri e sulla nascita del tutto. Chi si pone problemi e si meraviglia crede di non sapere; perciò anche colui

che ama i miti è in certa misura filosofo, perché il mito è costituito da cose che destano meraviglia. Sicché, se gli uomini filosofarono per fuggire l'ignoranza, è evidente che cercarono il sapere per il conoscere, e non per trarne un utile. Ne è prova ciò che è accaduto: infatti quando ormai possedevano quasi tutte le cose necessarie e quelle occorrenti per un'esistenza confortevole e piacevole, gli uomini cominciarono a esercitare questo tipo di intelligenza. È chiaro dunque che noi non cerchiamo questo sapere per nessun altro uso, ma come dell'uomo diciamo che è libero quando esiste per se stesso e non per un altro uomo, così cerchiamo questa scienza come quella che è l'unica tra le scienze a essere libera, perché è l'unica che ha come fine se stessa. Perciò giustamente si potrebbe pensare che il possesso di essa non è umano, perché in molti sensi la natura degli uomini è serva, sicché, secondo Simonide « Dio soltanto avrebbe questo privilegio », mentre non conviene che l'uomo non si accontenti di cercare una scienza adatta alle sue proporzioni. Se c'è qualcosa di vero in ciò che dicono i poeti, e se è proprio della natura divina provare invidia, allora è probabile che essa si indirizzi soprattutto in questa direzione e che sfortunati siano proprio quelli che eccellono nel sapere. Ma la divinità non può essere invidiosa, e, secondo il proverbio, i poeti raccontano molte menzogne; e non bisogna credere che ci sia un'altra scienza che valga più di questa. La scienza più divina è anche quella che vale di più. E questa, della quale parliamo, è la sola scienza che possa essere divina, e in due modi: perché è divina fra le scienze o quella che soprattutto Dio potrebbe avere, o quella che fosse scienza di cose divine. La sapienza di cui parliamo è la sola alla quale siano toc-

cate queste due proprietà: si ritiene infatti che la divinità sia una delle cause di tutte le cose e un principio, e la divinità è l'unica che potrebbe possedere questa scienza o almeno quella che potrebbe possederla nel grado più alto. Tutte le altre scienze sono più necessarie di questa, ma nessuna è migliore di essa. Il possesso di questa scienza deve in qualche modo portarci a uno stato contrario a quello nel quale si dà inizio alle ricerche. Come abbiamo detto, tutti gli uomini incominciano con il meravigliarsi che le cose sono come sono, per esempio a proposito delle marionette che si muovono da sé, o dei solstizi o della incommensurabilità della diagonale del quadrato con il lato (del fatto che non esista un'unità così piccola con la quale si possa misurare la diagonale e il lato, si meravigliano soltanto quelli che non ne hanno mai considerata la causa). Ma bisogna arrivare al contrario della meraviglia iniziale, e, come dice il proverbio, a ciò che è migliore. Del resto così avviene nei casi citati, quando si è imparato: infatti la cosa che più meraviglierebbe un uomo che conoscesse la geometria sarebbe proprio la commensurabilità del lato e della diagonale.

(*Metafisica*, I 2. 982 b 11 - 983 a 21)

La considerazione della verità è per un aspetto difficile, per un altro aspetto facile. Lo prova il fatto che nessuno può raggiungerla in misura adeguata, ma gli uomini, tutti insieme, non ne sono esclusi e anzi ciascuno può dire qualcosa intorno alla natura delle cose, e se uno per uno non si raggiunge nessun risultato o si raggiungono soltanto piccoli risultati, tuttavia, se ci si mette tutti insieme, si ottiene un risultato apprezzabile. Perciò, se sembra che valga qui il proverbio,

« chi può sbagliare la porta? », per questo aspetto la considerazione della verità dovrebbe essere facile. Al contrario ne mette in luce la difficoltà il fatto che, se la si può in qualche modo ottenere nel suo complesso, si può non possederne una parte. Forse, poiché ci sono due tipi di difficoltà, la causa di queste difficoltà risiede non nelle cose, ma in noi stessi. L'intelligenza della nostra anima sta di fronte alle cose che per natura sono più evidenti come gli occhi delle civette di fronte allo splendore del giorno.

Non è giusto tributare riconoscimenti soltanto a coloro dei quali condividiamo le opinioni, ma bisogna aver riguardo anche a quelli che hanno parlato in maniera meno raffinata, perché anche questi hanno portato un contributo, mettendo in esercizio prima di noi il nostro abito alla considerazione della verità... Le stesse considerazioni si possono fare anche per quelli che hanno parlato della verità: infatti da alcuni abbiamo ricevuto certe opinioni, ma altri hanno fatto sì che questi ci fossero.

(*Metafisica*, II 1. 993 a 30 - b 19)

2. Aristotele: la sistemazione storiografica.

È dunque evidente che bisogna entrare in possesso della scienza delle cause prime, perché di ogni cosa diciamo di conoscerla quando crediamo di conoscerne la causa prima. Il termine causa ha quattro sensi. In un senso diciamo che una causa è la sostanza e l'essenza sostanziale: infatti il perché di una cosa si riconduce da ultimo alla sua definizione, e il perché primo è causa e principio. Un'altra causa è la materia e il

soggetto, una terza causa quella da cui ha preso inizio il movimento, e una quarta causa è quella opposta a questa, cioè lo scopo e il bene, che è il fine di ogni generazione e di ogni movimento. Queste cose sono state studiate a sufficienza nella *Fisica*; tuttavia consideriamo anche quelli che prima di noi hanno praticato la ricerca intorno alle cose che sono e hanno filosofato intorno alla realtà, perché è chiaro che anch'essi parlano di certi principi e certe cause. Da questo esame sarà possibile ricavare qualcosa che possa giovare alla nostra ricerca attuale, perché o troveremo un qualche genere di cause diverso da quelle che abbiamo enunciato ora, oppure presteremo una fiducia maggiore a quelle che ora abbiamo indicato.

I più tra quelli che per primi praticarono la filosofia credettero che i principi materiali fossero gli unici principi di tutte le cose: infatti essi dissero che elemento e principio delle cose che sono è ciò da cui tutte le cose sono costituite, da cui traggono il primo inizio del loro divenire e che costituisce il termine ultimo, procedendo verso il quale, esse si distruggono, mentre la sostanza permane, pur mutando nelle sue proprietà. Per questo essi credono che nulla né nasca né si distrugga, in quanto permane sempre questa natura. Proprio come, quando Socrate diventa bello o musico, per il fatto che permane il soggetto, Socrate stesso, non diciamo mica che esso diventa in assoluto, né diciamo che si distrugge in assoluto, quando perde questi stati; così avviene per tutte le altre cose, perché ci deve essere una qualche natura, una o più di una, dalla quale tutte le altre cose nascono, mentre essa rimane quella che è.

Sulla questione se ci debba essere un unico principio, o se debbano essere molti, e quanti, e sulla loro

specie, non tutti dicono la medesima cosa. Talete, che è il progenitore di questa specie di filosofia, dice che quel principio è l'acqua, e perciò affermava che anche la terra galleggia sull'acqua. Forse si è formato questa opinione vedendo che il nutrimento di tutte le cose è umido e che perfino il caldo deriva dall'umido e vive di esso; ora, in tutti i casi, ciò da cui una cosa deriva è anche il suo principio. Per questa ragione Talete si formò questa opinione e anche perché i semi di tutte le cose hanno natura umida: ora l'acqua è il principio della natura delle cose umide. Vi sono alcuni i quali ritengono che anche gli antichissimi, di molto anteriori all'attuale generazione, che per primi hanno svolto considerazioni sulla divinità, abbiano condiviso questa credenza intorno alla natura: essi infatti considerarono Oceano e Teti autori del divenire, e ritennero che il giuramento degli dèi venisse fatto sull'acqua, quella che essi chiamavano Stige; ora ciò che è più degno di onore è anche più antico, e si giura su ciò che è più degno di onore. Se questa credenza sulla natura sia originaria e antica è forse dubbio, ma si dice che Talete abbia detto qualcosa di simile parlando della causa prima; quanto a Ippone, nessuno oserebbe porlo insieme a costoro, perché il suo è un pensiero di poco conto. Anassimene e Diogene considerarono l'aria anteriore all'acqua, e pensarono che essa tra i corpi semplici fosse quello che più meritava il titolo di principio. Ippaso di Metaponto e Eraclito di Efeso fecero lo stesso con il fuoco. Empedocle considerò principi i quattro elementi, aggiungendo a quelli ora menzionati la terra come quarto elemento; questi elementi permangono sempre e non diventano se non molti o pochi, perché si riuniscono e si separano raccogliendosi nell'uno o sepa-

randosi da esso. Anassagora di Clazomene, che per età precede Empedocle, ma che ha operato dopo di lui, dice che i principi sono infiniti: egli dice infatti che quasi tutte le cose che hanno parti simili al tutto, come ce l'hanno l'acqua o il fuoco, nascono e si distruggono soltanto per riunione e separazione, non nascono né muoiono in nessun altro senso, ma rimangono eterne.

In base a queste dottrine si potrebbe credere che l'unica causa sia quella detta in senso materiale; ma quando gli uomini furono giunti fino a questo punto, le cose stesse aprirono loro la strada, e li costrinsero a proseguire la ricerca. Si supponga pure fin che si vuole che ogni generazione e ogni distruzione deriva da qualcosa, di unico o di molteplice; ci si può sempre ancora domandare perché ciò accade, e quale ne è la causa. Infatti non è lo stesso soggetto che fa mutare se stesso: per esempio né il legno né il bronzo sono la causa del mutamento del legno e del bronzo, perché né il primo fa da sé il letto, né il secondo la statua, ma c'è qualche altra cosa, che è causa del mutamento. Ora cercare questa cosa è cercare un altro principio, come quello che noi chiameremmo il principio dal quale ha preso inizio il movimento. I primi che si dedicarono a questa ricerca e che dissero che unico è il soggetto, non si tormentarono affatto; ma ce ne furono alcuni, tra quelli che dicono che unico è il principio, i quali, incapaci di trovare l'origine del movimento, dissero che l'uno è immobile e immobile è tutta quanta la natura, e la privarono non solo del movimento di generazione e corruzione, che è il movimento originario e che tutti avevano riconosciuto, ma anche di ogni altro tipo di cambiamento; e questa è una tesi che li caratterizza. Pertanto a nessuno di quelli che dicono che unico è il

tutto riuscì mai di scorgere la causa che dà origine al movimento... Per quelli che ammettono più principi, la cosa è più facile, per esempio per quelli che ammettono il caldo e il freddo o il fuoco e la terra: infatti essi ricorrono al fuoco attribuendogli la natura motrice, e considerano l'acqua, la terra e le altre cose di questo genere come suoi contrari.

Dopo questi filosofi e dopo che questi principi si rivelarono inadeguati a spiegare la genesi della natura degli esseri, gli uomini furono di nuovo costretti, dalla verità stessa, come abbiamo detto, a cercare il principio successivo. Infatti non è certo verosimile che né il fuoco, né la terra, né nessun altro di questi elementi sia una causa del fatto che le cose alcune siano, altre diventino in modo buono e bello; né è probabile che essi considerassero quegli elementi cause di ciò. D'altra parte non si poteva affidare una cosa così importante alla spontaneità o al caso. Chi disse che, come negli animali, così anche nella natura c'è un intelletto, che è causa dell'ordine e della disposizione intiera, apparve come un sobrio in mezzo agli ubriachi, rispetto a quelli che prima di lui avevano parlato a caso. Sappiamo indubitabilmente che Anassagora incominciò a fare discorsi di questo genere. Quelli che accettarono queste dottrine stabilirono che la causa del bello è principio delle cose che sono, e insieme principio dal quale deriva il movimento che appartiene alle cose che esistono.

(*Metafisica*, I 3. 983 a 24 - 984 b 22)

3. Aristotele: monisti e pluralisti.

Ci sono alcuni i quali hanno parlato del tutto come se costituisse un'unica natura, ma non ne hanno parlato tutti allo stesso modo, né tutti con lo stesso grado di correttezza e di fedeltà alla natura. Un discorso su di essi non rientra affatto nella ricerca che stiamo conducendo intorno alle cause, perché costoro non fanno come alcuni dei fisiologi, i quali, pur supponendo che l'essere sia uno, tuttavia lo fanno derivare dall'uno, come se questo fosse la materia. Costoro si comportano in modo tutto diverso, perché, mentre i fisiologi oltre all'uno pongono anche il movimento, facendo del tutto un qualcosa di generato, costoro dicono che il tutto è privo di movimento. Tuttavia almeno il seguente punto rientra nella ricerca che abbiamo in corso. Parmenide sembra riferirsi all'uno inteso secondo definizione, Melisso invece sembra riferirsi all'uno inteso secondo materia, e per questo il primo dice che l'uno è limitato, mentre il secondo dice che è illimitato. Senofane prima di costoro prese le parti dell'uno (e infatti si dice che Parmenide sia stato suo discepolo), ma non disse nulla di chiaro, e non si decise né per l'una né per l'altra natura dell'uno: considerando tutto quanto l'universo, si limita a dire che l'uno è la divinità.

(*Metafisica*, I 5. 986 b 10-25)

Empedocle dunque fu il primo che, a differenza di quelli che lo avevano preceduto, introdusse il principio del movimento come una causa divisa in due, ponendo non un unico principio del movimento, ma principi diversi e opposti. Inoltre fu anche il primo a dire

che ciò che appartiene alla materia è costituito da quattro elementi. Tuttavia egli non usa propriamente i quattro elementi, ma li tratta come se fossero soltanto due, cioè isola il fuoco contrapponendolo a terra, aria e acqua, come se questi avessero una natura unica; si tratta di una dottrina che si può ricavare dai suoi versi.

Empedocle dunque, come diciamo, formulò questa dottrina e enunciò questi principi. Leucippo e l'amico suo Democrito dissero che gli elementi sono il pieno e il vuoto, chiamandoli rispettivamente essere e non-essere, nel senso che di essi il pieno e il solido è l'essere, il vuoto è il non-essere; perciò essi dicono che l'essere non è nulla più del non-essere perché neppure il corpo è nulla più del vuoto. Queste cose sono causa degli esseri in quanto ne costituiscono la materia. E come quelli che sostengono che una sola è la sostanza che fa da soggetto, e fanno nascere le altre cose attraverso le proprietà di quella sostanza, ponendo la densità e la rarefazione come principi di quelle proprietà, allo stesso modo anche costoro dicono che le differenze sono causa di tutte le altre cose. Dicono che le differenze sono tre, la figura, l'ordine e la posizione: sostengono infatti che l'essere può avere solo differenze di configurazione, di contatto delle parti e di orientamento. Di queste la configurazione è la figura, il contatto è l'ordine, l'orientamento è la posizione: infatti *A* differisce da *N* per la figura, *AN* differisce da *NA* per l'ordine e *Z* differisce da *N* per la posizione. Per quel che riguarda il movimento, la sua origine e il modo in cui inerisce alle cose, anche costoro, in modo molto simile agli altri, comodamente se ne disinteressarono. Sembra dunque che fino a questo punto quelli che ci hanno pre-

ceduto abbiano condotto la ricerca intorno alle due cause che abbiamo nominato.

(*Metafisica*, I 4. 985 a 29 - b 22)

Contemporaneamente a questi autori e prima di essi quelli che sono chiamati Pitagorici, essendosi occupati di matematica per primi, e avendola fatta progredire, nutriti di nozioni matematiche, pensarono che i principi della matematica fossero i principi di tutti gli esseri. Tra i principi matematici i numeri sono primi per natura, e i Pitagorici credettero di vedere nei numeri, più che nel fuoco, nella terra e nell'acqua, molte somiglianze con le cose che sono e che divengono, sicché una proprietà dei numeri sarebbe la giustizia, un'altra l'anima e l'intelletto, un'altra ancora l'occasione e così via, si può dire, per ciascuna delle altre cose. Inoltre nei numeri essi videro anche esprimersi le proprietà delle diverse specie di armonia e i rapporti che le costituiscono. Infine tutte le altre cose apparivano modellate sui numeri in tutta la loro natura, e i numeri da parte loro sembravano come i termini assolutamente primi di tutta la natura. Per queste ragioni essi credettero che gli elementi dei numeri fossero gli elementi di tutti gli esseri, e che tutto l'universo fosse armonia e numero. Si misero a raccogliere e a ordinare tutti quegli aspetti che nei numeri e nelle specie delle armonie potevano andare d'accordo con le proprietà, le parti e l'ordine generale dell'universo. E, se in qualche parte questa corrispondenza veniva meno, si precipitavano a superare le lacune con aggiunte, per rendere compatta la loro trattazione: così, per esempio, poiché sembra che il numero dieci sia perfetto e che comprenda la natura dei numeri tutta quanta, dicono che i corpi che

si muovono nel cielo sono dieci, e, poiché sono soltanto nove quelli che si vedono, ne inventarono un decimo, l'antiterra.

Ma queste cose sono state trattate con maggior rigore da noi altrove. Qui ce ne occupiamo per sapere anche da costoro quali principi essi pongano e come si collochino rispetto alle cause che abbiamo enumerato. Risulta che anche costoro credono che il numero sia principio, sia come materia delle cose che sono, sia sotto forma di proprietà e stati di esse. Gli elementi del numero sono il pari e il dispari; di questi uno è limitato, l'altro illimitato; l'uno deriva da entrambi, perché è contemporaneamente pari e dispari; il numero deriva dall'uno, e tutto l'universo, come si è detto, è numeri. Altri, che sono pur sempre Pitagorici, dicono che i principi sono dieci, così appaiati: limite illimitato, dispari pari, uno molteplicità, destra sinistra, maschio femmina, in quiete in movimento, retto curvo, luce tenebre, buono cattivo, quadrato oblungo.

(*Metafisica*, I 5. 985 b 29 - 986 a 26)

Dopo le filosofie che abbiamo ora illustrato, Platone iniziò la sua ricerca seguendo in molte cose gli italici, ma anche staccandosene con elementi propri. Da giovane Platone aveva frequentato dapprima Cratilo e aveva seguito le tesi degli eraclitei, che tutte le cose sensibili divengono sempre e non c'è scienza di esse; e su questo punto anche in seguito si mantenne fedele a queste posizioni.

Socrate trattava argomenti etici, mentre non si occupava affatto del mondo della natura; nelle questioni etiche cercava l'universale e fu il primo che fermò il suo pensiero intorno alle definizioni. Platone seguì Socrate,

ma ritenne che definizione e universale riguardassero non le cose sensibili, bensì cose diverse da esse, perché giudicava impossibile che la definizione comune fosse la definizione di una delle cose sensibili, che mutano continuamente.

Platone chiamò idee gli esseri diversi da quelli sensibili, e disse che di tutte le cose sensibili si parla in dipendenza dalle idee e secondo le idee: infatti le cose molteplici che hanno lo stesso nome delle idee esistono per partecipazione. Platone introdusse soltanto il nome di partecipazione: infatti i Pitagorici dicono che le cose sono per imitazione dei numeri, Platone dice che sono per partecipazione, mutando appunto il nome. Comunque che cosa fosse la partecipazione o l'imitazione delle idee è un problema che lasciarono aperto.

(*Metafisica*, I 6. 987 a 29 - b 14)

Quanto a quelli che pongono le idee come cause, cercando in primo luogo di cogliere le cause delle cose che sono qui, essi introdussero cose diverse dalle cose di quaggiù, ma uguali a queste di numero, come se qualcuno, volendo contare delle cose, e credendo di non poterlo fare perché sono troppo poche, le contasse dopo averle aumentate di numero. Infatti le idee sono suppergiù uguali di numero, certamente non meno numerose delle cose, e cercando le cause delle cose, a partire da queste, costoro giunsero alle idee. A ogni cosa individuale corrisponde qualche altra cosa che ha il suo stesso nome e che sta al di là delle sostanze, e per le altre cose, che non sono sostanze, ne esiste una per ogni molteplicità, sia per quelle di quaggiù sia per quelle eterne.

(*Metafisica*, I 9. 990 a 34 - b 8)

4. Aristotele: i limiti dei predecessori.

Questi autori, come abbiamo detto, hanno evidentemente toccato, nella misura indicata, due delle cause che abbiamo distinto... la materia e la causa dalla quale trae origine il movimento, anche se, a dire la verità, ne hanno trattato piuttosto rozzamente e in maniera per nulla chiara, simili a quelli che praticano la lotta senza avere una preparazione apposita: infatti anche quelli se ne vanno intorno dando spesso buoni colpi, ma lo fanno senza avere nessuna conoscenza sicura, proprio come questi sembrano non sapere ciò che dicono, tanto che non li si scorge quasi mai far uso di queste cause, se non in misura limitata. Anassagora si serve dell'intelletto come di un espediente per spiegare il modo in cui è nato l'ordine del mondo, e quando non sa dire per quale causa qualcosa necessariamente è, porta sulla scena l'intelletto, ma negli altri casi impiega tutto, fuorché l'intelletto, come causa di ciò che accade. Empedocle fa uso di queste cause più di Anassagora, ma tuttavia non ancora in misura sufficiente, né gli riesce di impiegarle in modo coerente. Spesso infatti per lui l'amicizia divide e la contesa unisce: quando infatti il tutto si divide negli elementi per opera della contesa, il fuoco e ciascuno degli altri elementi si raccolgono in unità; ma quando poi tutti gli altri elementi convergono verso l'unità per opera dell'amicizia, è necessario che le parti di ciascun elemento di nuovo si dividano.

(*Metafisica,* I 4. 985 a 10-29)

Abbiamo dunque passato in rassegna brevemente e per sommi capi quelli che hanno parlato intorno ai principi e alla realtà e i modi in cui ne hanno parlato;

comunque da essi abbiamo ricavato abbastanza, per dire che tra coloro che hanno parlato intorno al principio e alla causa, nessuno ha nominato un principio o una causa diversi da quelli che abbiamo stabilito...; anzi risulta che tutti hanno toccato di quei principi, sebbene oscuramente. Alcuni dicono che il principio è materia: e possono poi far l'ipotesi che sia uno solo, o più di uno, corporeo o incorporeo. Per esempio Platone parla del grande e del piccolo, i filosofi italici dell'illimitato, Empedocle del fuoco, della terra, dell'acqua e dell'aria, Anassagora dell'infinità delle cose con parti omogenee. Tutti costoro si sono attenuti alla causa materiale, come tutti quelli che hanno parlato dell'aria o del fuoco o dell'acqua o di qualcosa di più denso del fuoco ma più sottile dell'aria: perché ci sono alcuni che hanno detto che questo è il primo elemento.

Tutti costoro hanno dunque trattato soltanto di questa causa, ma ci sono altri i quali hanno trattato il principio dal quale deriva il movimento, come quelli che pongono quale principio l'amicizia o la contesa o l'intelletto o l'amore.

Nessuno ha illustrato con chiarezza l'essenza sostanziale e la sostanza; più degli altri ne hanno fatto oggetto di discorso quelli che ammettono le idee. Costoro infatti non ritengono né che le idee siano la materia delle cose sensibili e che l'uno sia la materia delle idee, né che le idee siano ciò da cui deriva il principio del movimento (ché, anzi, dicono che esse sono piuttosto causa della mancanza del movimento e dello stato di quiete). Al contrario, essi offrono le idee come essenza sostanziale di ciascuna delle altre cose, e l'uno come l'essenza sostanziale delle idee.

Costoro dicono che lo scopo delle azioni, dei cambiamenti e dei movimenti è, in qualche modo, causa, ma non lo dicono esplicitamente e non definiscono questa causa come scopo. Quelli che asseriscono che c'è l'intelletto o l'amore pongono queste cause come bene, ma non come il fine per il quale qualche cosa potrebbe esistere o divenire, bensì dicono che sono le cose da cui traggono origine i movimenti. Allo stesso modo anche coloro che asseriscono che l'uno o l'essere posseggono questa natura del bene, dicono che essi sono la causa della sostanza, ma non ciò in vista di cui la sostanza è o diviene; sicché in un certo modo ad essi accade di dire e di non dire che il bene è causa, perché ne asseriscono la causalità soltanto accidentalmente, e non in assoluto.

(*Metafisica,* I 7. 988 a 18 - b 16)

5. Eudemo di Rodi: la storia della geometria.

Si ritiene generalmente che la geometria sia stata scoperta per la prima volta presso gli Egiziani, prendendo origine dalla misurazione delle terre, la quale era necessaria ad essi a causa dello straripamento del Nilo che cancellava i confini delle terre di ognuno. E non c'è affatto da meravigliarsi che la scoperta di questa come di altre scienze abbia tratto origine dal bisogno, perché tutto ciò che è in processo di divenire procede dall'imperfetto al perfetto. E il passaggio appropriato è quello che va dalla sensazione al ragionamento e da questo all'intelletto. Come presso i Fenici a causa dei commerci e degli scambi ebbe origine la conoscenza accurata dei numeri, così appunto presso gli Egiziani per la causa

indicata fu scoperta la geometria. Talete per primo, dopo un viaggio in Egitto, portò in Grecia questa disciplina e fece personalmente molte scoperte e, ponendo le basi per molte altre, fece da guida ai suoi successori, affrontando alcuni problemi con maggior generalità ed altri più empiricamente. Dopo di lui si ricorda Mamerco, fratello del poeta Stesicoro, per aver toccato lo studio della geometria, e infatti Ippia di Elide riferì che egli acquistò fama dalla geometria. Dopo costoro Pitagora modificò le ricerche geometriche in una forma di disciplina liberale, investigandone i principi dall'alto ed esaminandone i teoremi in modo puramente immateriale e intellettuale. Egli appunto scoprì la questione degli irrazionali e la struttura delle figure cosmiche. Dopo di lui Anassagora di Clazomene affrontò molte questioni di geometria ed anche Enopide di Chio, di poco più giovane di Anassagora, dei quali Platone ricorda negli *Innamorati* che acquistarono fama nelle matematiche. Dopo di essi divennero celebri in geometria Ippocrate di Chio, lo scopritore della quadratura della lunula, e Teodoro di Cirene. Ippocrate è infatti il primo tra quelli di cui si ha ricordo ad aver scritto *Elementi*. Dopo costoro venne Platone, che portò ad altissimo avanzamento le altre discipline matematiche e soprattutto la geometria a causa del suo impegno in tale campo. È manifesto, infatti, che egli riempì i propri scritti di discussioni matematiche e in ogni modo cercò di risvegliare l'ammirazione per esse in coloro che si applicavano alla filosofia. In questo tempo vissero anche Leodamante di Taso, Archita di Taranto e Teeteto di Atene, che accrebbero il numero dei teoremi e progredirono verso un loro ordinamento più

scientifico. Neoclide, più giovane di Leodamante, e il suo allievo Leone fecero molte aggiunte alle opere dei loro predecessori, sicché Leone compose anche *Elementi* in un modo più accurato sia per la quantità sia per l'utilità delle proposizioni dimostrate e scoprì i diorismi, cioè la determinazione delle condizioni di possibilità e di impossibilità per la risoluzione di un problema posto. Eudosso di Cnido, di poco più giovane di Leone, divenuto membro della scuola di Platone, per primo aumentò il numero dei teoremi cosiddetti generali, aggiunse alle tre proporzioni altre tre ed estese ampiamente la teoria delle sezioni, che aveva preso origine da Platone, impiegando in esse il metodo dell'analisi. Amicla di Eraclea, uno dei compagni di Platone, e Menecmo, allievo di Eudosso che aveva anche frequentato Platone, e Dinostrato, fratello di Menecmo, perfezionarono ulteriormente l'intera geometria. Teudio di Magnesia ebbe fama di superiorità sia nelle matematiche sia nel resto della filosofia: ordinò ottimamente gli elementi e rese più generali molte delle proposizioni particolari. Inoltre anche Ateneo di Cizico, vissuto nello stesso periodo, divenne celebre nelle altre discipline matematiche, ma soprattutto nella geometria. Costoro, dunque, trascorsero il tempo insieme nell'Accademia, svolgendo le loro ricerche in comune. Ermotino di Colofone proseguì le strade aperte da Eudosso e da Teeteto, fece molte scoperte nell'ambito degli *Elementi* e raccolse alcune cose nell'ambito dei *Luoghi*. Filippo di Mende, allievo di Platone e da lui indirizzato alle matematiche, condusse ricerche secondo i suggerimenti di Platone e in particolare si propose questioni che pensava avrebbero contribuito alla filosofia di Platone. Co-

loro che hanno scritto storie della geometria conducono il perfezionamento di questa scienza sino a Filippo.

(Proclo, *In primum Euclidis Elementorum librum comment.*, Prologus, II, p. 64, 1-68, 6 Friedlein = Eudemo fr. 133)

Eudemo, nella *Storia della geometria*, riporta a Talete il teorema che, se due triangoli hanno due angoli eguali rispettivamente a due angoli e un lato eguale a un lato, o quello adiacente agli angoli eguali o quello sotteso da uno degli angoli eguali, essi avranno anche i lati restanti eguali ai lati restanti e l'angolo rimanente eguale all'angolo rimanente. Dice, infatti, che il modo con il quale si dice che egli dimostrasse la distanza delle navi nel mare rendesse necessario l'impiego di tale teorema... Il teorema dimostrante che, se due rette si tagliano tra loro, gli angoli opposti al vertice sono eguali, fu scoperto – come dice Eudemo – da Talete per primo, ma non dimostrato scientificamente.

(Proclo, *In primum Euclidis Elementorum librum comment.*, p. 352, 14 e p. 299, 1 = Eudemo fr. 134-135)

Il peripatetico Eudemo attribuisce ai Pitagorici la scoperta del teorema che ogni triangolo ha gli angoli interni eguali a due retti... Quelli della cerchia di Eudemo dicono che sono scoperte antiche e dovute alla musa dei Pitagorici l'applicazione delle aree, l'iperbole e l'ellissi. I più recenti presero i nomi da costoro, ma li applicarono alle cosiddette coniche.

(Proclo, *In primum Euclidis Elementorum librum comment.*, p. 379, 1 e p. 419, 15 = Eudemo fr. 136-137)

Anche questo problema, cioè costruire su una retta data con vertice su un dato punto di essa un angolo

rettilineo eguale a un angolo rettilineo dato, o piuttosto la sua scoperta, risale a Enopide, come dice Eudemo.

(Proclo, *In primum Euclidis Elementorum librum comment.*, p. 333 = Eudemo fr. 138)

6. Da Aristosseno a Proclo: il pitagorismo leggendario.

Dai libri di Aristosseno *Sull'aritmetica*. Pare che Pitagora apprezzasse al massimo grado lo studio dei numeri e che, sottraendolo all'uso dei commercianti, lo facesse avanzare, paragonando tutte le cose ai numeri... I Greci dicono che sia invenzione di Prometeo, gli Egiziani invece di Ermes, che essi chiamano Thot. Per altri la scoperta dipese dall'indagine del moto circolare delle cose divine. L'unità è principio del numero e numero è una quantità composta di unità. Tra i numeri sono pari quelli che si dividono in parti eguali e dispari quelli che si dividono in parti diseguali e hanno un mezzo tra esse. Così nei giorni dispari sembrano aver luogo le crisi e i cambiamenti delle malattie, in quanto il dispari ha principio mezzo e fine e così esse hanno principio, culmine e declino.

(Stobeo, *Ecl.*, I Prooem. 6 = Aristosseno fr. 23)

Pitagora fu il primo a introdurre in Grecia misure e pesi.

(Diogene Laerzio, *Vitae*, VIII, 14 = Aristosseno fr. 24)

A proposito dell'insegnamento di Pitagora i più dicono che egli apprese le cosiddette scienze matematiche da Egiziani, Caldei e Fenici, perché già nei tempi antichi gli Egiziani si erano occupati di geometria, i Fenici dello studio dei numeri e dei calcoli e i Caldei delle

osservazioni del cielo. Quanto ai riti concernenti gli dèi e alle rimanenti occupazioni della vita, dicono che le apprese e assunse dai Magi. E dicono che queste cose molti ormai le conoscono perché sono state conservate in memorie scritte, mentre il resto delle sue occupazioni è meno noto, eccetto quanto ne dice Eudosso nel libro VII del *Giro della terra*, secondo il quale si teneva così puro e lontano da uccisioni e uccisori che non soltanto si asteneva da cibi animali, ma non si avvicinava neppure a cuochi e cacciatori.

(Porfirio, *Vita Pyth.*, 6 = DK 14, 9)

A quelli che lo frequentavano Pitagora si rivolgeva o in maniera discorsiva o simbolicamente. La forma del suo insegnamento, infatti, era duplice. E quelli che lo frequentavano erano chiamati alcuni matematici e gli altri acusmatici. Matematici erano quelli che avevano appreso la parte più importante e più faticosa per raggiungere l'esattezza della sua scienza; acusmatici, invece, erano quelli che avevano imparato solo le regole senza spiegazioni più esatte.

(Porfirio, *Vita Pyth.*, 36-37 = DK 18, 2)

Si ammira anche l'accuratezza del segreto, perché sembra che in tante generazioni prima dell'età di Filolao nessuno si sia mai imbattuto in memorie dei Pitagorici. Filolao fu il primo a divulgare quei famosi tre libri, che si racconta siano stati comprati per cento mine su incarico di Platone da Dione di Siracusa, quando Filolao venne in grande e dura povertà. Dal momento che anch'egli faceva parte della comunità dei Pitagorici, per questo aveva avuto i libri.

(Giamblico, *Vita Pyth.*, 199 = DK 14, 17)

Di Ippaso dicono che era un Pitagorico, il quale, per aver divulgato e descritto per primo la sfera formata dai dodici pentagoni, era perito in mare per la sua empietà e aveva avuto fama di esserne l'inventore, mentre tutte le scoperte erano di « quell'uomo ». Così chiamano Pitagora senza nominarlo. Dopo che furono divulgate, le matematiche si diffusero per tutta la Grecia e primi tra i matematici di allora furono considerati i due che soprattutto le portarono avanti, Teodoro di Cirene e Ippocrate di Chio. I Pitagorici dicono che la geometria fu divulgata così: un Pitagorico aveva perduto le sue sostanze e, dopo questa disgrazia, gli era stato concesso di ricavare guadagni dalla geometria... Dicono che colui che per primo rivelò la natura della commensurabilità e dell'incommensurabilità a uomini indegni di venire a partecipare di queste dottrine, fu così inviso che non soltanto lo cacciarono dalla comunità e dal comune regime di vita, ma gli costruirono anche una tomba, come se ormai si fosse allontanato dalla vita umana lui che una volta era stato loro compagno.

(Giamblico, *Vita Pyth.*, 88, 246 = DK 18, 4)

Nei Pitagorici troveremo alcuni angoli assegnati ad alcuni dèi, altri ad altri, come fece anche Filolao, che ad alcuni consacrò l'angolo del triangolo, ad altri quello del quadrato e ad altri ancora altri, e attribuì lo stesso angolo a più dèi e alla stessa divinità più angoli secondo le diverse proprietà inerenti ad esso... E a ragione Filolao attribuì l'angolo del triangolo a quattro dèi, Crono, Ade, Ares e Dioniso... Crono, infatti, pone a fondamento tutta la sostanza umida e fredda, Ares tutta la natura ignea, Ade comprende l'intera vita terrestre e

Dioniso dirige la generazione umida e calda, della quale è simbolo il vino, che è umido e caldo. Tutti questi dèi sono distinti in base alle loro attività secondarie, ma sono uniti reciprocamente. Per questo Filolao riporta in un solo angolo la loro unificazione.

(Proclo, *In primum Euclidis Elementorum librum comment.*, pp. 130, 8; 166, 25 = DK 44 A 14)

7. Aezio: la dossografia sulla terra, la luna e il sole.

Talete, gli Stoici e i loro allievi dissero che la terra è sferica; Anassimandro che è simile a una colonna di pietra e che delle superfici piane una è quella sulla quale ci troviamo noi e l'altra è quella opposta; Anassimene che ha forma di tavolo. La scuola di Talete pone la terra nel mezzo, Senofane prima: essa ha infatti le sue radici all'infinito. Parmenide e Democrito affermano che la terra, poiché è equidistante da tutti i punti, rimane in equilibrio, dal momento che non c'è una causa che la faccia inclinare qui piuttosto che là; per questo essa si scuote soltanto, ma non si muove. Il pitagorico Filolao sostiene che nel mezzo è il fuoco (che è, infatti, il focolare del tutto), seconda è l'antiterra e terza la terra abitata che si trova nella posizione opposta e si muove in senso contrario all'antiterra. Da ciò dipende anche che gli abitanti di questa non siano visti dagli abitanti di quella. Alcuni affermano che la terra sta ferma, mentre Filolao il Pitagorico sostiene che ruota intorno al fuoco secondo il cerchio dell'eclittica in modo simile al sole e alla luna. Secondo Democrito la terra è discoidale in larghezza, ma concava nel mezzo. All'inizio, a causa della sua pic-

colezza e leggerezza, era in moto, ma col tempo, condensatasi e appesantitasi, si era fermata.

(Aezio, III, 10, 1-3; II, 11, 1-2; III, 15, 7; III, 11, 3; III, 13, 1-2; III, 10, 5; III, 13, 4)

Anassimandro sostiene che la luna è un cerchio grande diciannove volte la terra, simile alla ruota di un carro avente il cerchio cavo e pieno di fuoco come quello del sole, posta obliquamente come quello e avente un solo sfiatatoio come la canna di un mantice e si eclissa in rapporto ai giri della ruota. Anassimandro, Senofane, Beroso dicono che essa ha luce propria. Per Anassimandro si ha eclissi di luna quando si ostruisce l'orifizio che è nella ruota. Senofane dice che la luna è una nuvola condensata. Per lui anche il suo occultamento mensile avviene per spegnimento. Eraclito afferma che la luna ha forma di catino. Le eclissi di luna avvengono per la ruotazione della sua forma di catino e le sue inclinazioni. Parmenide dice che la luna è di fuoco. Essa è eguale al sole ed è illuminata da lui. Per Empedocle la luna è aria condensata, con forma di nuvola, resa compatta dal fuoco, sicché è composta. Ha forma di disco. Alcuni Pitagorici, tra i quali Filolao, dicono che la luna sembra fatta di terra in quanto, come la nostra terra, è abitata da animali e piante maggiori e più belli: gli animali che vivono in essa sono quindici volte più grandi e non espellono alcun rifiuto, e anche il giorno è di tanto più lungo. Anassagora e Democrito affermano che la luna è un solido infuocato che ha in sé pianure, montagne, burroni. Anassagora sostiene il carattere anomalo della combinazione a causa della mescolanza del freddo e del terroso ed essa ha parti elevate, parti basse e parti cave. E all'elemento

infuocato è mescolato quello opaco, l'azione dei quali produce l'oscurità. Per questo si dice che la luna brilla di luce falsa. Talete, Anassagora, Platone, gli Stoici, d'accordo con i matematici, sostengono che la luna ha occultamenti mensili perché è in congiunzione con il sole che la illumina intorno ed eclissi in quanto cade nell'ombra della terra, che si viene a interporre tra i due astri, Diogene di Apollonia dice che la luna è una massa infuocata a forma di pietra pomice. Per Antifonte la luna ha luce propria e la sua scomparsa è dovuta all'avvicinamento del sole, perché quand'è presente un fuoco più forte, il più debole scompare. E ciò avviene per gli altri astri.

(Aezio, II, 25, 1; II, 28, 1; II, 29, 1; II, 25, 4; II, 25, 9; II, 27, 2; II, 29, 3; II, 25, 3; II, 26, 2; II, 25, 15; II, 27, 3; II, 30, 1; II, 25, 9; II, 30, 2; II, 29, 6-7; II, 25, 10; II, 28, 4)

Anassimandro dice che il sole ha un cerchio ventotto volte quello della terra, simile alla ruota di un carro avente il cerchio cavo e pieno di fuoco e in parte fa apparire il fuoco attraverso un orifizio come attraverso la canna di un mantice. E questo è il sole. Il sole è eguale alla terra, ma il cerchio dal quale spira e intorno al quale gira è ventisette volte quello della terra. L'eclissi di sole è dovuta all'ostruirsi dell'orifizio dal quale spira il fuoco. Anassimene dice che il sole è di fuoco. È piatto come una foglia. Per Senofane il sole è formato di nuvole infuocate. Teofrasto nella *Fisica* ha scritto che secondo lui il sole è formato da scintille raccoltesi dall'evaporazione umida. L'eclissi di sole avviene per spegnimento e di nuovo a oriente nasce un altro sole. Senofane riferì anche di un eclissi di sole durata un mese intero e nuovamente un eclissi totale, sicché il giorno sembrava notte. Secondo lui esi-

stono molti soli e lune secondo i climi, le sezioni e le zone della terra e in un certo momento il disco si inclina verso una sezione della terra non abitata da noi e così, come se s'immergesse nel vuoto, dà l'apparenza dell'eclissi. Il medesimo Senofane afferma che il sole procede all'infinito, ma pare che giri in cerchio a causa della distanza. Il sole è utile per la nascita e l'ordinamento del cosmo e degli animali che sono in esso, mentre la luna è superflua. Eraclito sostiene che il sole è una massa infuocata intelligente che emerge dal mare. Ha forma di catino ed è curvo. L'eclissi di sole avviene per la rotazione della sua forma di catino, sicché la parte concava viene a trovarsi in alto e quella convessa in basso rispetto alla nostra vista. Parmenide e Metrodoro sostengono che il sole è di fuoco. Secondo Parmenide il sole e la luna si sono separati dalla via lattea, uno dalla mescolanza più rada che è appunto il caldo e l'altra da quella più densa che è il freddo. Per Empedocle esistono due soli: uno è l'archetipo, fuoco esistente nell'altro emisfero del cosmo, il quale riempie tale emisfero, collocato sempre all'opposto della sua immagine riflessa; l'altro invece è quello che appare, immagine riflessa nell'altro emisfero, quello che è pieno di aria e elemento misto di calore, la quale è prodotta dalla rotondità della terra per riflessione in direzione del sole cristallino, condotta in rotazione nel movimento dell'elemento igneo. Per dirla brevemente, il sole è immagine riflessa del fuoco intorno alla terra. Il Pitagorico Filolao dice che il sole è simile a cristallo, perché riceve il riflesso del fuoco che è nel cosmo e rinvia a noi la luce e il calore, sicché in certo modo vi sono due soli, quello di fuoco che è nel cielo e quello che, rispecchiandolo, è reso da esso simile al fuoco, a meno

che non si dica che ne esiste un terzo, cioè il lampo che per riflessione si diffonde dallo specchio a noi. Infatti anche questo noi denominiamo sole, come immagine di un'immagine. Anassagora dice che il sole è una massa incandescente o una pietra infuocata. È grande molte volte il Peloponneso. Per Diogene di Apollonia il sole è simile a una pietra pomice, nella quale penetrano i raggi provenienti dall'etere. Per Democrito il sole è una massa incandescente o una pietra infuocata.

(Aezio, II, 20, 1; II, 21, 1; II, 24, 2; II, 20, 2; II, 22, 1; II, 20, 3; II, 24, 4; II, 24, 9; II, 30, 8; II, 20, 16; II, 22, 2; II, 24, 3; II, 20, 8; II, 20, 8 a; II, 20, 12-13; II, 20, 6; II, 21, 3; II, 20, 10; II, 20, 7)

8. Anonimo Londinense: la storia della medicina.

Ippone di Crotone ritiene che sia presente in noi un'umidità appropriata, in base alla quale percepiamo e per la quale viviamo. Quando, dunque, tale umidità è in modo appropriato, l'essere vivente è sano; quando invece si dissecca, l'essere vivente perde la percezione e muore. Appunto per questo i vecchi sono secchi e senza percezioni, in quanto sono senza umidità. Allo stesso modo le piante dei piedi non hanno percezioni, perché mancano di umidità. Questo egli dice fin qui. Ma in un altro libro il medesimo autore afferma che la cosiddetta umidità muta per eccesso di caldo e per eccesso di freddo e in tal modo apporta malattie. E dice che muta o in umidità maggiore o in maggiore secchezza o in maggiore spessore o in sottigliezza maggiore o in altri modi e così egli spiega la causa della malattia, ma non indica quali malattie sopravvengano.

(Anonimo Londinense, 11, 22)

Filolao Crotoniate afferma che i nostri corpi sono costituiti di caldo. Che essi non partecipino del freddo, lo deriva da alcuni indizi di questo genere: lo sperma è caldo, ed esso è ciò che produce il vivente; e il luogo nel quale viene gettato (cioè l'utero), è anche più caldo e simile ad esso. Ciò che è simile a qualcosa possiede poi le stesse proprietà di ciò cui è simile: e poiché ciò che produce non partecipa del freddo, e a sua volta il luogo in cui è gettato non partecipa del freddo, è chiaro che il vivente prodotto condivide analoga proprietà. Quanto alla sua costituzione, Filolao si vale di questa supposizione: subito dopo il parto il vivente inspira l'aria esterna, che è fredda; poi di nuovo, come per necessità, la riemette. Perciò insorge il desiderio dell'aria esterna, ché con il contatto dell'aria nell'inspirazione i nostri corpi, che son troppo caldi, vogliono raffreddarsene. E in questo ripone la costituzione dei nostri corpi. Dice poi che le malattie si generano a causa della bile, del sangue e del flegma; così han principio le malattie. Si raddensa, egli dice, il sangue comprimendosi all'interno la carne; si fa rado per il dilatarsi dei vasi nella carne. Dice poi che il flegma si costituisce a partire dalle urine. Afferma ancora che la bile è un siero della carne, ma su tale punto quest'uomo muove un paradosso: giacché asserisce che la bile non è affatto connessa al fegato, ma piuttosto è un siero della carne. Quando poi al flegma, mentre i più lo dicono freddo, egli lo postula caldo per natura. Infatti flegma deriverebbe da « ardere »: e perciò le infiammazioni bruciano, partecipando del flegma. E queste postula come cause originarie delle malattie, come concomitanti poi l'eccesso di calore, di cibo, di raffredda-

mento o la mancanza [di queste o] di cose simili a queste.

(Anonimo Londinense, 18, 8)

Filistione pensa che noi constiamo di quattro forme, cioè di quattro elementi: fuoco, aria, acqua, terra. Ognuna di esse ha la propria qualità, il fuoco il caldo, l'aria il freddo, l'acqua l'umido, la terra il secco. Le malattie secondo lui si generano in molteplici modi, che però si possono raccogliere in tre gruppi principali: o secondo gli elementi o secondo la costituzione del corpo o secondo i fenomeni esterni. Secondo gli elementi, dunque, allorché il caldo o il freddo sovrabbondino, oppure allorché il caldo divenga troppo scarso e debole. Secondo i fenomeni esterni in tre modi: o per lesioni e ferite, o per l'eccesso del calore, del gelo e consimili, o per il mutamento del caldo in freddo o del freddo in caldo o della dieta in una inconsueta e nociva. Quanto poi alla costituzione del corpo così asserisce: « quando il corpo intero respira bene e circola libero il respiro, ne consegue salute: la respirazione infatti avviene non già soltanto attraverso la bocca e le narici, ma attraverso tutto il corpo. Quando invece il corpo non respira bene, ne conseguono malattie, e gravi: se infatti il respiro è trattenuto in tutto quanto il corpo, la malattia conduce a morte... ».

(Anonimo Londinense, 20, 25)

II/ MATEMATICA E FILOSOFIA

Le notizie sul Pitagorismo più antico sono scarse e sovente leggendarie. Meno incerte sono quelle su Pitagorici più tardi come Filolao e Archita, dei quali sono stati conservati frammenti di opere. Filolao, vissuto nella seconda metà del secolo V a.C., si allontanò dalla sede originaria del Pitagorismo, la Magna Grecia, forse dopo la dispersione della setta per cause politiche, e visse a Tebe, diffondendo – se è vera la notizia dell'esistenza di un suo libro, acquistato tra gli altri da Platone – il contenuto dell'insegnamento pitagorico. Archita, signore di Taranto, fu contemporaneo di Platone, che lo visitò durante uno dei suoi viaggi. Al nucleo più antico dell'insegnamento pitagorico devono forse essere attribuiti, se non le dimostrazioni, gli enunciati delle proposizioni IX, 21-34 e 36 degli *Elementi* di Euclide, concernenti proprietà dei numeri pari e dispari. Sempre in ambiente pitagorico dovette aver luogo la scoperta dell'irrazionale: una prova dell'incommensurabilità tra diagonale e lato del quadrato, interpolata negli *Elementi* di Euclide (X, 117), risale probabilmente anch'essa al Pitagorismo. La sua caratteristica è di procedere per assurdo, mostrando che, se il lato e la diagonale fossero commensurabili, allora numeri pari sarebbero eguali a numeri dispari. Ed è noto che, se non l'invenzione, certamente l'impiego estensivo della dimostrazione per assurdo avvenne in ambito eleatico, soprattutto ad opera di Zenone di Elea, vissuto nel secolo V.

In un diverso ambiente geografico e culturale si colloca l'opera di Ippocrate di Chio, operante verso il 430 a.C., del quale è stato conservato – primo documento di una certa ampiezza della geometria greca – una specie di estratto, risalente a Eudemo di Rodi, della sua soluzione del pro-

blema della quadratura delle lunule. In questo stesso periodo, o poco prima, le ricerche matematiche fanno ingresso ad Atene. Anassagora, Antifonte, Ippia di Elide, Democrito si applicano ai problemi dell'infinito, risvegliati in tutta la loro difficoltà da Zenone e dalla scoperta dell'irrazionale.

Platone e la sua scuola raccolgono nel secolo IV l'eredità di questi indirizzi di ricerca. Nel *Menone*, un dialogo composto da Platone probabilmente in concomitanza con la fondazione dell'Accademia nei primi decenni del secolo IV, il problema della duplicazione del quadrato è ridotto alla ricerca di una media proporzionale tra due rette date, la diagonale. In termini moderni, se $a : x = x : b$, si ha $x^2 = ab$ e, se in particolare $b = 2a$, si avrà $x^2 = 2a^2$ (ecco la duplicazione del quadrato), cioè $x = a \sqrt{2}$ (ecco l'irrazionale). Controverso è invece il significato del secondo problema geometrico del *Menone*: l'unico dato certo è che si tratta di un problema di applicazione delle aree e che il metodo per risolverlo, detto « per ipotesi », implica la riduzione a un altro problema, del quale è nota la condizione di risolubilità.

Intorno all'Accademia ruotano figure come Teodoro di Cirene il quale, secondo Diogene Laerzio, sarebbe stato un maestro di Platone, che questi avrebbe visitato durante i suoi viaggi e che per qualche periodo avrebbe anche soggiornato ad Atene, come apprendiamo dal *Teeteto* dello stesso Platone. Non è noto quale fosse il suo metodo per provare l'irrazionalità di $\sqrt{3}$, $\sqrt{5}$ fino a $\sqrt{17}$. Certo è che Teeteto (415-369 circa), partendo dai tentativi di Teodoro, generalizzò la teoria dei numeri. In qualche modo legato all'Accademia fu anche Eudosso di Cnido, le cui teorie matematiche – in mancanza di sue opere – sono ricostruibili in base a scoli agli *Elementi* di Euclide che attribuiscono a Eudosso la paternità di parti di quest'opera. A lui si deve la generalizzazione della teoria delle proporzioni, che portò a superare le difficoltà connesse alla scoperta degli irrazionali. In terminologia moderna essa significava che, date due grandezze omogenee A e B tali che $B > A$, esiste sempre un numero intero m tale che $mA \geqslant B$, cioè per quanto piccola sia una grandezza, si può sempre renderla

maggiore o eguale a una grandezza data. In base a ciò si può dire che le grandezze A e B sono nello stesso rapporto delle grandezze C e D se, presi a piacere due numeri interi m e n, da $mA \gtreqless nB$ discende necessariamente e rispettivamente $mC \gtreqless nD$. Questa definizione di proporzione è importante per quello che fu poi chiamato « metodo di esaustione », il procedimento infinitesimale noto nell'antichità. Esso afferma che, date due grandezze omogenee Q *e* Q', esse sono equivalenti quando esistono altre due coppie di grandezze A e A', B e B' tali che $A = A'$, $B = B'$ e $A < Q < B$, $A' < Q' < B'$ e, fissata una grandezza ε piccola a piacere, si può sempre avere $B\text{-}A = B'\text{-}A' < \varepsilon$. La dimostrazione avviene per assurdo. Infatti, si ammetta che $Q \neq Q'$, allora in tal caso può essere solo $Q > Q'$ o $Q < Q'$. Ma se fosse $Q > Q'$, ponendo $Q\text{-}Q' = \delta$, avremmo $B > Q > Q' > A$, da cui $B\text{-}A > Q\text{-}Q'$, cioè $B\text{-}A > \delta$. Ma allora non sarebbe possibile rendere $B\text{-}A$ minore di una grandezza assegnata piccola a piacere: il che è contro l'ipotesi. Analogamente si dimostra che non può essere $Q < Q'$. In conclusione $Q = Q'$.

La caratteristica di tale metodo è di non fare uso esplicito dell'infinito attuale, ma soltanto di quello potenziale, per usare la terminologia aristotelica. E non è casuale che, per evitare l'uso dell'infinito attuale, si facesse ricorso alla dimostrazione per assurdo. Da questo punto di vista si comprendono meglio le considerazioni svolte dalla *Fisica* di Aristotele sull'infinito. È interessante rilevare come Aristotele distinguesse tra grandezze e numeri e ammettesse la possibilità di un infinitamente piccolo per le grandezze (nel senso che per le grandezze la divisibilità è proseguibile all'infinito), ma non per i numeri, dal momento che il minimo è l'unità e, viceversa, ammettesse la possibilità di un infinitamente grande per i numeri (l'addizione è proseguibile indefinitamente), ma non per le grandezze (ciò avrebbe creato guai alla sua concezione dell'unità e finitudine dell'universo).

1. I Pitagorici: numeri e proporzioni.

Tutte le cose conosciute hanno numero, perché senza il numero non sarebbe possibile né pensare né conoscere nulla.

(Filolao = DK 44 B 4)

Il numero ha due specie proprie, dispari e pari. Terza è il parimpari, risultante dalla mescolanza delle prime due. Esistono molte forme di ciascuna delle due e ogni cosa per se stessa le manifesta.

(Filolao = DK 44 B 5)

Se si sommano quanti si voglia numeri pari, il totale è pari.

Se si sommano quanti si voglia numeri dispari, e il numero di essi è complessivamente pari, il totale sarà pari.

Se si somma un numero dispari di numeri dispari, pure il totale sarà dispari.

Se da un numero pari si sottrae un numero pari, la differenza sarà pari.

Se da un numero pari si sottrae un numero dispari, la differenza sarà dispari.

Se da un numero dispari si sottrae un numero dispari, la differenza sarà pari.

Se da un numero dispari si sottrae un numero pari, la differenza sarà dispari.

Se un numero dispari moltiplica un numero pari, il prodotto sarà pari.

Se un numero dispari moltiplica un numero dispari, il prodotto sarà dispari.

(Euclide, *Elementi*, IX, proposizioni 21-29)

Bisogna osservare le opere e la sostanza del numero sulla base del potere che è nel dieci, perché è grande e perfettissimo e onnipotente e principio e guida della vita divina, celeste e umana, comunicando con il potere del dieci. Senza di esso tutte le cose sarebbero illimitate, oscure e opache.

La natura del numero, infatti, fa conoscere ed è guida e insegna a chiunque tutto ciò che è problematico e ignoto. Nulla sarebbe chiaro a nessuno, né le cose in se stesse né nelle loro relazioni ad altro, se non ci fossero il numero e la sua sostanza. Ma esso, armonizzando tutte le cose nell'anima con la percezione, le rende conoscibili in sé e nelle loro relazioni secondo la natura dello gnomone, dando corpo e distinguendo l'uno dall'altro i rapporti delle cose illimitate e limitanti.

Si può vedere la natura e il forte potere del numero non soltanto nelle cose demoniche e divine, ma anche in tutte le opere e i discorsi umani, sia nelle attività tecniche artigianali sia nella musica.

Nessuna menzogna ammettono la natura del numero e l'armonia, perché non è propria di esse. Alla natura dell'illimitato, dell'inintelligibile e dell'irrazionale appartengono la menzogna e l'invidia.

In nessun modo la menzogna s'insinua nel numero, perché la menzogna è nemica e ostile alla natura, mentre la verità è propria e connaturata alla stirpe dei numeri.

(Filolao = DK 44 B 11)

Perché tutti gli uomini, barbari o Greci, contano fino a dieci e non fino a qualche altro numero, come per esempio 2, 3, 4 o 5, sicché non ripetono uno di questi e non dicono, per esempio, « uno-cinque », « due-

cinque », come invece dicono « un-dici », « do-dici »? Oppure perché, d'altra parte, non si fermano a un numero successivo al dieci e poi ripetono a partire da esso? Ogni numero, infatti, consiste del numero precedente più uno o due ecc., il che dà un numero differente. Tuttavia il dieci è stato fissato come base e si conta fino ad esso. Non si può addurre il caso per il fatto che ognuno, chiaramente, fa sempre così: ciò che avviene sempre e in ogni caso non è risultato del caso, ma è nella natura delle cose. È perché il dieci è un numero perfetto, dal momento che comprende ogni specie di numero, pari e dispari, quadrato e cubo, lineare e piano, primo e composto? O è perché il dieci è l'inizio del numero, dal momento che è prodotto dall'addizione di uno, due, tre, quattro? O è perché i corpi celesti in movimento sono nove?... O perché tutti gli uomini hanno dieci dita, sicché avendo numeratori per il numero appropriato, essi impiegano questo numero per contare anche le altre cose? Soltanto un certo popolo fra i Traci conta solo fino a quattro, perché la loro memoria, come quella dei bambini, non è in grado di procedere oltre ed essi non usano mai un numero maggiore.

(Pseudo-Aristotele, *Problemi*, XV 3. 910 b 23 - 911 a 4)

È necessario che tu, o apprendendo da altri o trovando da te stesso, venga a conoscere le cose che non conosci. Si impara da altri e con l'aiuto di altri, mentre si trova da soli e con le proprie forze. Ma trovare senza cercare è difficile e raro e cercare, se non si conosce, è impossibile.

La scoperta del calcolo ha fatto cessare i conflitti e ha aumentato la concordia, perché con il suo avvento

non è più possibile la prevaricazione ed esiste l'eguaglianza. Con esso, infatti, ci accordiamo negli scambi, per esso i poveri prendono dai ricchi e i ricchi dànno ai bisognosi, fiduciosi entrambi di avere parte eguale mediante di esso. Il calcolo, essendo regola e impedimento delle ingiustizie, trattenne dal commettere ingiustizia quelli che sapevano calcolare, convincendoli che non avrebbero potuto rimanere non scoperti, quando si fosse ricorso ad esso; ma impedì anche di commettere ingiustizia a quelli che non sapevano calcolare, mostrando che in esso commettono ingiustizia.

(Archita = DK 47 B 3)

La tecnica del calcolo sembra essere, in rapporto alla sapienza, molto superiore alle altre tecniche, ma soprattutto sembra saper trattare ciò che vuole molto più chiaramente della stessa geometria. E le dimostrazioni che la geometria lascia indietro, la tecnica del calcolo porta a compimento.

(Archita = DK 47 B 4)

Nella musica esistono tre medie proporzionali: la prima è l'aritmetica, la seconda è la geometrica e la terza è la subcontraria, che chiamano armonica. La media aritmetica si ha quando tre termini si seguono proporzionalmente secondo questa eccedenza: di quanto il primo supera il secondo, di tanto il secondo supera il terzo. In questa proporzione succede che il rapporto tra i termini maggiori è minore e quello tra i termini minori è maggiore. La media geometrica si ha quando il primo termine sta al secondo, come il secondo sta al terzo. In questa proporzione i termini maggiori costituiscono un rapporto eguale a quello tra i minori. La

media sub-contraria, che chiamiamo armonica, si ha quando i termini stanno così: di quanta parte di sé il primo termine supera il secondo, di altrettanta parte del terzo il secondo supera il terzo. In questa proporzione il rapporto tra i termini maggiori è maggiore del rapporto tra i termini minori.

(Archita = DK 47 B 2)

2. Da Zenone di Elea a Teodoro di Cirene: l'infinito e l'irrazionale.

Gli argomenti di Zenone sul movimento sono quattro... Il primo è quello sull'inesistenza del movimento, per il fatto che l'oggetto mosso deve arrivare alla metà prima che al termine (e così via)... Il secondo è il cosiddetto Achille, il quale afferma che il più lento non sarà mai raggiunto nella corsa dal più veloce, perché sarebbe necessario che l'inseguitore arrivasse prima là donde scattò avanti il fuggitivo, sicché necessariamente il più lento avrebbe sempre un certo vantaggio. Questo argomento è lo stesso della dicotomia, ma ne differisce per il fatto che non divide in due la grandezza successivamente presa. La conseguenza dell'argomento è, dunque, che il più lento non è raggiunto e ciò avviene secondo lo stesso procedimento della dicotomia (in entrambi, infatti, la conseguenza è che non si può arrivare al termine, quando si sia divisa la grandezza in un certo modo, ma nel secondo si aggiunge il fatto che ciò è impossibile perfino al più veloce rappresentato teatralmente all'inseguimento del più lento), sicché necessariamente la soluzione sarà la stessa. Ma è falso ritenere che chi precede non sia raggiunto, perché non è

raggiunto solo finché precede. E tuttavia esso è raggiunto, se si ammette che sia percorsa una distanza finita.

(Aristotele, *Fisica*, VI 9. 239 b 9-29)

Se gli enti sono molti, è necessario che siano tanti quanti sono, né più né meno. Ma se sono tanti quanti sono, saranno finiti.

Se gli enti sono molti, sono infiniti, perché sempre in mezzo agli enti ve ne sono altri, e nuovamente in mezzo a questi altri ancora. In tal modo gli enti sono infiniti.

(Zenone = DK 29 B 3)

Del piccolo non c'è il minimo, ma sempre un più piccolo (non è possibile, infatti, che ciò che è non sia); ma anche del grande c'è sempre un più grande. Ed è eguale al piccolo per quantità, ma in rapporto a se stessa ogni cosa è grande e piccola.

(Anassagora = DK 59 B 3)

Se un cono è secato da un piano parallelo alla base, che cosa bisogna pensare delle superfici delle sezioni: risulteranno eguali o diseguali? Infatti, se saranno diseguali, renderanno irregolare il cono, che assumerà molte incisioni e scabrosità a forma di gradini; se invece saranno eguali, saranno eguali anche le sezioni e il cono apparirà nella condizione del cilindro, risultando dalla sovrapposizione di cerchi eguali e non diseguali. Ciò che è totalmente assurdo.

(Democrito = DK 68 B 155)

I Pitagorici furono i primi a rivolgersi all'indagine della commensurabilità, a partire dalle loro ricerche sui

numeri, perché, mentre l'unità è una misura comune di tutti i numeri, essi non erano in grado di trovare una misura comune di tutte le grandezze... perché tutte le grandezze sono divisibili all'infinito e non lasciano mai una grandezza che sia troppo piccola per ammettere una divisione ulteriore, anzi il loro resto è egualmente divisibile all'infinito.

(*Scolio a Euclide*, ed. Heiberg V, p. 415)

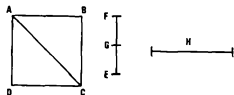
Tutti coloro che concludono per assurdo inferiscono il falso mediante sillogismo, dimostrando per ipotesi la proposizione originaria, quando dall'ammissione della sua contraddittoria consegue qualcosa di impossibile. Per esempio, essi provano che la diagonale del quadrato è incommensurabile (con il suo lato), perché, se si assume che sia commensurabile, i numeri dispari sarebbero eguali ai pari.

(Aristotele, *Analitici primi*, I 23. 41 a 23-27)

Ci sia proposto di dimostrare che nei quadrati la diagonale è incommensurabile in lunghezza al lato.

Sia *ABCD* un quadrato e la sua diagonale *AC*. Io dico che *AC* è incommensurabile ad *AB* in lunghezza.

Se infatti fosse possibile, ammettiamo che siano commensurabili. Io dico che ne conseguirebbe che lo stesso numero sarebbe pari e dispari. È chiaro che il quadrato su *AC* è il doppio del quadrato su *AB*. E poiché *AC* è commensurabile ad *AB*, *AC* ha un rapporto con *AB*, quale c'è di numero rispetto a numero. Si abbia il rapporto che c'è tra *EF* e *H*, ed *EF* e *H* siano i minimi di quelli che hanno il medesimo rapporto tra loro. Pertanto *EF* non è l'unità. Se infatti *EF* è l'unità e ha rispetto ad *H* lo stesso rapporto che *AC* ha rispetto

ad *AB* e *AC* sia maggiore di *AB*, allora anche *EF* sarà maggiore del numero *H*. Il che è assurdo. Perciò *EF* non è l'unità. Allora è un numero. E poiché *CA* sta ad *AB* come *EF* sta ad *H*, allora anche il quadrato su *AC* starà al quadrato su *AB* come il quadrato su *EF* sta al quadrato su *H*. Ma il quadrato su *AC* è il doppio del quadrato su *AB*. Allora anche il quadrato su *EF* sarà doppio del quadrato su *H*. Perciò il quadrato su *EF* è pari, sicché anche lo stesso *EF* è pari. Infatti, se fosse dispari, anche il quadrato su di esso sarebbe dispari, dal momento che se numeri dispari qualsivoglia si compongono, ma la loro quantità è dispari, il totale è dispari. Dunque *EF* è pari. Lo si divida in due in un punto *G*. E poiché *EF* e *H* sono i minimi di quelli che hanno il medesimo rapporto, sono primi tra loro. Ed *EF* è pari. Allora *H* è dispari. Infatti, se fosse pari, *H* misurerebbe due numeri *EF*, perché ogni

numero pari ha una parte a metà. Ma questi sono primi tra loro, il che è assurdo. Dunque *H* non è pari. Allora sarà dispari. E poiché *EF* è il doppio di *EG*, allora il quadrato su *EF* sarà il quadruplo del quadrato su *EG*. Ma il quadrato su *EF* è il doppio del quadrato su *H*; allora sarà anche doppio il quadrato su *H* del quadrato su *EG*. Perciò il quadrato su *H* è pari. E in base alle cose dette *H* è pari. Ma è anche dispari, il che è assurdo. Dunque *AC* è non è commensurabile in lunghezza ad *AB*, ciò che era da dimostrare.

(Euclide, X 117, ed. Heiberg III, 408 e 410)

TEETETO — Teodoro scrisse qualcosa sulle radici quadrate, su quella di tre piedi e di cinque piedi, mostrando che non sono commensurabili in lunghezza con la lunghezza di un piede, e così procedette scegliendo caso per caso fino alla radice quadrata di diciassette piedi e con essa si fermò. Allora a noi [Teeteto e il giovane Socrate] venne in mente qualcosa di simile: poiché le radici quadrate appaiono illimitate di numero, provare a raccoglierle in una classe unica, con la quale poter designare tutte queste radici quadrate... Abbiamo diviso in due il numero in generale e quello che può originarsi come eguale moltiplicato per eguale lo abbiamo assimilato a un quadrato nella figura e lo abbiamo chiamato quadrato ed equilatero... I numeri intermedi a questi, come il tre, il cinque e ogni numero che non può originarsi come eguale moltiplicato per eguale, ma si origina o più per meno o meno per più e perciò è sempre contenuto da un lato maggiore e da uno minore, assimilandoli a una figura oblunga, li abbiamo chiamati numeri oblunghi... E tutte le linee che quadrano il numero equilatero e piano, le abbiamo definite lunghezze; tutte quelle, invece, che quadrano il numero oblungo, le abbiamo definite radici quadrate, in quanto non sono commensurabili a quelle in lunghezza, ma soltanto nelle superfici alle quali i loro quadrati sono uguali. E qualcosa di simile anche a proposito dei solidi.

(Platone, *Teeteto*, 147 d - 148 b)

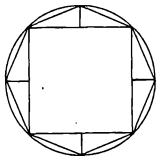
3. Antifonte e Ippocrate di Chio: il problema delle quadrature.

Dei molti che hanno cercato la quadratura del cerchio (cioè costruire un quadrato equivalente a un cer-

chio) Antifonte e Ippocrate di Chio credettero di averla trovata, ma si ingannavano. Ma non è compito del geometra risolvere l'errore di Antifonte, per il fatto che non procede da principi geometrici, mentre lo è risolvere quello di Ippocrate, dal momento che mantiene i principi geometrici. Infatti bisogna risolvere solo quei ragionamenti che, pur conservando i principi propri del metodo, commettono un paralogismo, mentre non bisogna risolvere quelli attraverso i quali, eliminando i principi, si commette errore.

Antifonte, dopo aver descritto un cerchio, vi inscrisse uno dei poligoni inscrivibili. Sia, ad esempio, il poligono inscritto un quadrato. Dividendo poi in due ciascuno dei lati del quadrato, dai punti di sezione condusse agli archi le perpendicolari, le quali evidentemente tagliavano in due ciascun segmento circolare corrispon-

dente. Poi congiunse i punti di divisione con gli estremi dei lati del quadrato, in modo da ottenere dalle rette quattro triangoli e l'intera figura inscritta un ottagono. Così nuovamente secondo lo stesso metodo, dividendo in due ciascuno dei lati dell'ottagono, conducendo dai punti di sezione agli archi le perpendicolari e congiungendo i punti nei quali le perpendicolari incontrano gli archi, con gli estremi dei lati divisi, costruiva un poli-

gono inscritto di sedici lati. Così di nuovo secondo lo stesso procedimento, dividendo i lati del poligono inscritto di sedici lati, congiungendo le rette e raddoppiando i lati del poligono inscritto, ripeteva questa operazione, sì da pensare che, una volta esauritasi la superficie, si sarebbe in questo modo inscritto nel cerchio un poligono i cui lati, per la loro piccolezza, avrebbero coinciso con la circonferenza del cerchio. Ma poiché per ogni poligono possiamo costruire un quadrato equivalente – come abbiamo ricavato dagli *Elementi* – e considerare il poligono coincidente con il cerchio eguale ad esso, saremo anche in grado di costruire un quadrato equivalente a un cerchio.

È chiaro che questa riduzione è avvenuta contro i principi geometrici, ma non – come dice Alessandro – « perché il geometra [Euclide] suppone come principio che il cerchio tocchi la retta in un punto, mentre Antifonte elimina questo principio ». Infatti il geometra non suppone questo principio, ma lo dimostra nel libro III. È meglio dire che il principio eliminato è questo: è impossibile che una retta coincida con una circonferenza, ma quella esterna toccherà il cerchio in un punto, quella interna in due soltanto e non più e il contatto avviene in un punto. E pur dividendo sempre in due la superficie compresa tra la retta e l'arco, non la esaurirà e non raggiungerà mai la circonferenza del cerchio, se la superficie è divisibile all'infinito. Ma se la raggiungesse, sarebbe distrutto quel principio geometrico che dice che le grandezze sono divisibili all'infinito. Anche Eudemo afferma che è questo il principio distrutto da Antifonte...

Il metodo mediante segmenti è quello mediante le lunule, scoperto da Ippocrate di Chio. La lunula, in-

fatti, è un segmento di cerchio. La dimostrazione è questa... Eudemo, nella *Storia della geometria*, dice che Ippocrate dimostrò la quadratura della lunula non soltanto in riferimento al lato del quadrato, ma, si può dire, in generale. Se infatti ogni lunula ha l'arco esterno eguale o maggiore o minore del semi-cerchio e Ippocrate riesce a quadrare sia la lunula che ha l'arco eguale a un semi-cerchio, sia quelle che l'hanno o maggiore o minore, a quanto pare si avrebbe una dimostrazione in generale. Riferirò le cose dette da Eudemo parola per parola, con qualche piccola aggiunta – dagli *Elementi* di Euclide – per ragioni di chiarezza, a causa dello stile memorativo di Eudemo, che secondo la consuetudine antica espone le proposizioni in forma abbreviata.

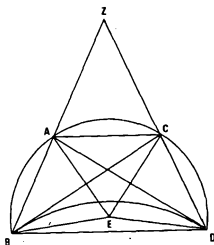
« Le quadrature delle lunule che erano considerate appartenere a figure non comuni a causa della parentela con il cerchio, furono esaminate da Ippocrate per primo e parvero essere esposte in modo appropriato. Perciò le tratteremo ed esporremo a lungo. Egli stabilì come principio e pose come prima delle proposizioni utili al suo scopo che segmenti simili di cerchi hanno tra loro lo stesso rapporto dei quadrati sulle loro basi (e dimostrò questo mostrando che i quadrati sui diametri hanno lo stesso rapporto dei cerchi)... E segmenti simili hanno angoli eguali. Gli angoli di tutti i semi-cerchi sono retti, quelli di segmenti maggiori di un semi-cerchio sono minori di angoli retti e di tanto quanto i segmenti sono maggiori dei semi-cerchi e quelli dei segmenti minori di un semi-cerchio sono maggiori di angoli retti e di tanto quanto i segmenti sono minori dei semi-cerchi.

Dopo aver mostrato questo, egli descrisse in qual modo era possibile la quadratura di una lunula avente la circonferenza esterna eguale a un semi-cerchio. Ese-

guì questo circoscrivendo un semi-cerchio intorno a un triangolo rettangolo e isoscele, e intorno alla base un segmento di cerchio simile a quelli tagliati fuori dai lati... Essendo il segmento sulla base eguale alla somma dei due sui lati, ed essendo la parte del triangolo oltre il segmento sulla base aggiunta in comune a entrambi, la lunula sarà eguale al triangolo. Essendosi dimostrato

che la lunula è eguale al triangolo, la si può quadrare... Così, dopo aver posto come ipotesi che la circonferenza esterna della lunula è quella di un semi-cerchio, Ippocrate quadrò facilmente la lunula.

Successivamente egli pone come ipotesi una circonferenza esterna maggiore di un semi-cerchio, mediante la costruzione di un trapezio avente tre lati eguali uno all'altro, mentre uno, il maggiore dei lati paralleli, è tale che il quadrato su di esso è il triplo del quadrato su ciascuno degli altri lati. Poi comprende il trapezio in un cerchio e circoscrive sul suo lato maggiore un segmento simile a quelli tagliati fuori dal cerchio dai tre lati eguali... Che il segmento detto è maggiore di un semi-cerchio è chiaro, se una diagonale è condotta nel trapezio. Necessariamente, infatti, questa diagonale, sottendendo due lati del trapezio, è tale che il quadrato su di essa è maggiore del doppio del quadrato su uno dei lati restanti. Infatti, poiché *BD* è maggiore di *AC*, *DC* e *BA*, che sono eguali e congiungono gli altri due lati, prolungati si incontreranno in un punto *Z*. Se *BA*

e *DC*, che sono eguali, fossero paralleli e poiché i lati che congiungono lati eguali e paralleli sono anch'essi eguali e paralleli, si avrebbe che *AC* sarebbe eguale a *BD*, il che è assurdo. Al contrario, incontrandosi *BA* e *DC* in un punto *Z*, gli angoli *ZAC* e *CAB* saranno eguali a due retti... Il quadrato su *BC* è maggiore del doppio dei quadrati su *BA* e *AC*, sicché lo è anche del quadrato su *CD*. Allora il quadrato su *BD*, che è il lato maggiore del trapezio, è necessariamente minore della somma dei quadrati sulla diagonale e su quello degli altri lati che è sotteso dal menzionato lato maggiore insieme con la diagonale. Infatti i quadrati su *BC* e *CD* sono maggiori del triplo del quadrato su *CD*, mentre quello su *BD* è il triplo. Allora l'angolo che insiste sul lato maggiore del trapezio è acuto. Di conseguenza il segmento nel quale esso è, è maggiore di un semi-cerchio. Ed esso è la circonferenza esterna della lunula [segue il caso di circonferenza esterna minore di un semi-cerchio].

(Simplicio, *In Aristotelis Physica comment.*, p. 54 sgg. = Eudemo fr. 140)

4. Platone: dall'aritmetica alla geometria.

MENONE — Ma come puoi dire che non apprendiamo e che ciò che chiamiamo apprendimento non è che reminiscenza? Puoi insegnarmi che è così?

SOCRATE — Poco fa ho detto che sei scaltro, Menone; ed ora mi chiedi se io, che affermo che non vi è insegnamento ma solo reminiscenza, possa insegnartelo, sicché mi ponga subito in contraddizione con me stesso.

MENONE — No, per Zeus, Socrate, non l'ho detto per questo, ma per abitudine. Se in qualche modo puoi mostrarmi che è come dici, mostramelo.

SOCRATE — Non è facile; tuttavia voglio impegnarmi per amor tuo. Chiamami uno dei numerosi servitori al tuo seguito, quello che vuoi, affinché te lo dimostri su di lui.

MENONE — Certo. Vieni qui [*rivolto a uno schiavo*].

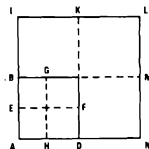
SOCRATE — È elleno? Parla elleno?

MENONE — Perfettamente, è nato in casa mia.

SOCRATE — Fa' attenzione, se ti sembra che ricordi o che apprenda da me.

MENONE — Farò attenzione.

SOCRATE — Dimmi, ragazzo, sai che questa superficie (*ABCD*) è quadrata?

SCHIAVO — Sì.

SOCRATE — È una superficie quadrata, con tutti questi quattro lati (*AB, BC, CD, DA*) eguali?

SCHIAVO — Certo.

SOCRATE — E non ha anche eguali queste linee (*EF, GH*), condotte per i punti di mezzo?

SCHIAVO — Sì.

SOCRATE — Una superficie di questo tipo può essere maggiore o minore?

SCHIAVO — Certo.

SOCRATE — Se questo lato (*AB*) fosse di due piedi e quest'altro (*AD*) anche di due, di quanti piedi sarebbe l'intera superficie (*ABCD*)? Esamina così: se qui (*AB*) fosse lungo due piedi e qui (*AD*) un solo piede, la superficie non sarebbe di due piedi per uno?

SCHIAVO — Sì.

SOCRATE — Ma poiché anche qui (*AD*) è di due piedi, non risulta forse di due volte due piedi?

SCHIAVO — Sì.

SOCRATE — Dunque è due piedi per due?

SCHIAVO — Sì.

SOCRATE — Quanto fa due piedi per due? Calcola e dimmi.

SCHIAVO — Quattro, Socrate.

SOCRATE — Non vi potrebbe essere un'altra superficie, doppia di questa, ma simile, avente tutti i suoi lati eguali, come questa?

SCHIAVO — Sì.

SOCRATE — Di quanti piedi sarà?

SCHIAVO — Otto.

SOCRATE — Prova a dirmi allora quanto sarà lungo ciascun lato di essa. Il lato di questa (*ABCD*) è di due piedi; quant'è quello della superficie doppia?

SCHIAVO — Evidentemente, Socrate, il doppio.

SOCRATE — Vedi, Menone, che io non gli insegno niente, ma gli domando tutto? Ora egli crede di conoscere la lunghezza del lato generatore del quadrato di otto piedi; non ti pare?

MENONE — Sì.

SOCRATE — E la conosce?

MENONE — No certo.

SOCRATE — Crede che il lato generatore sia doppio?

MENONE — Sì.

SOCRATE — Osserva: egli si ricorderà in seguito, come deve ricordarsi. [*allo schiavo*] Dimmi: dal lato doppio (*AI*), secondo te, si genera la superficie doppia? Voglio dire non una superficie (*AIKD*) lunga da questo lato (*AI*) e corta dall'altro (*AD*), ma avente ogni lato eguale come questa (*ABCD*) e doppia di questa, cioè di otto piedi. Guarda se sei ancora dell'opinione che si generi dal lato doppio (*AI*).

SCHIAVO — Sì.

SOCRATE — Il lato diventa doppio di questo (*AD*), se aggiungiamo, a partire di qui (*D*), un altro lato (*DN*) altrettanto lungo?

SCHIAVO — Certo.

SOCRATE — Tu dici che da questo lato (*AN*) si genererà la superficie di otto piedi, se i quattro lati sono eguali?

SCHIAVO — Sì.

SOCRATE — Tracciamo i quattro lati eguali (*AN*, *NL*, *LI*, *IA*), a partire da questo (*AN*). Non è forse questa (*ANLI*) la superficie che, secondo te, è di otto piedi?

SCHIAVO — Certo.

SOCRATE — In essa non vi sono questi quattro qua-

drati (*ABCD, BCKI, KLMC, CDNM*), ciascuno dei quali è eguale a questo di quattro piedi (*ABCD*)?

SCHIAVO — Sì.

SOCRATE — Quanto è grande allora (*ANLI*)? Non è il quadruplo?

SCHIAVO — Come no?

SOCRATE — Il quadruplo è dunque il doppio?

SCHIAVO — No, per Zeus.

SOCRATE — Ma che multiplo è?

SCHIAVO — Il quadruplo.

SOCRATE — Allora, giovanotto, dal lato doppio non si genera un quadrato doppio, ma quadruplo.

SCHIAVO — È vero.

SOCRATE — Perché quattro volte quattro fa sedici. Non è così?

SCHIAVO — Sì.

SOCRATE — Da quale lato, allora, si genera una superficie di otto piedi? Da questo (*AN*) non se ne genera una quadrupla?

SCHIAVO — Sì.

SOCRATE — Da questo lato qui (*AD*), che è metà di questo (*AN*), si genera quella di quattro piedi?

SCHIAVO — Sì.

SOCRATE — Bene: la superficie di otto piedi non è doppia di questa (*ABCD*) e metà dell'altra (*ANLI*)?

⟨SCHIAVO — Sì.⟩

SOCRATE — Non si genererà da un lato maggiore di questo (*AD*) e minore di quest'altro (*AN*)? O no?

SCHIAVO — Credo di sì.

SOCRATE — Bene; rispondimi il tuo parere. E dimmi: quel lato (*AD*) non era di due piedi e questo (*AN*) di quattro?

SCHIAVO — Sì.

SOCRATE — È necessario, dunque, che il lato della superficie di otto piedi sia maggiore di questo di due piedi e minore di quello di quattro.

SCHIAVO — Necessariamente.

SOCRATE — Prova a dire quanto è lungo, secondo te.

SCHIAVO — Tre piedi.

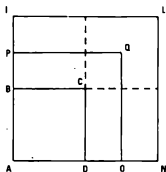
SOCRATE — Se è di tre piedi, aggiungeremo a questo (*AD*) la metà (*DO*) e avremo il lato di tre piedi (*AO*)? Perché questo (*AD*) è di due piedi e questo (*DO*) di uno. Allo stesso modo, a partire di là (*AB*), si ha due piedi (*AB*) più un piede (*BP*). Se ne genera la superficie che dici (*APQO*).

SCHIAVO — Sì.

SOCRATE — L'intera superficie, se per un lato (*AP*) è lunga tre piedi e per l'altro (*AO*) tre piedi, è tre volte tre piedi?

SCHIAVO — Sembra.

SOCRATE — Ma tre volte tre quanti piedi fa?

SCHIAVO — Nove.

SOCRATE — E di quanti piedi doveva essere la superficie doppia?

SCHIAVO — Di otto.

SOCRATE — Dunque neppure dal lato di tre piedi si genera la superficie di otto piedi.

SCHIAVO — No certo.

SOCRATE — Da quale lato allora? Prova a dircelo con esattezza; e se non vuoi calcolare, traccialo.

SCHIAVO — Per Zeus, Socrate, non lo so.

SOCRATE — Comprendi, Menone, quanto è progredito ormai nella via della reminiscenza? Prima non sapeva quale fosse il lato del quadrato di otto piedi e neppure adesso lo sa, ma allora credeva di saperlo e rispondeva disinvoltamente come se lo sapesse, senza considerarsi in difficoltà. Ormai invece si considera in difficoltà e, poiché non sa, non crede neppure di sapere.

MENONE — È vero.

SOCRATE — Non è migliore ora la sua situazione rispetto a ciò che ignorava?

MENONE — Mi pare proprio.

SOCRATE — Mettendolo in difficoltà e intorpidendolo, come fa la torpedine, lo abbiamo danneggiato?

MENONE — Non mi pare.

SOCRATE — Anzi, a quanto sembra, abbiamo agito opportunamente per indagare come sta la questione: ora che non sa, cercherà volentieri, mentre allora avrebbe creduto facilmente di parlar bene, anche di fronte a molti e sovente, dicendo che la superficie doppia deve avere il lato doppio in lunghezza.

MENONE — Pare.

SOCRATE — Credi che si sarebbe accinto a cercare e ad apprendere ciò che non sapeva, ma credeva di sapere, prima di piombare nella difficoltà, convincersi di non sapere e desiderare di sapere?

MENONE — Non credo, Socrate.

SOCRATE — Allora ha guadagnato a essere intorpidito?

MENONE — Mi pare.

SOCRATE — Osserva che cosa troverà, partendo da questa difficoltà alla ricerca con me, mentre io non farò che interrogarlo, senza insegnargli nulla. Sorveglia se mi trovi a dargli insegnamenti e spiegazioni e non a chiedergli le sue opinioni.

Dimmi, tu [*allo schiavo*]: non abbiamo noi questa superficie (*ABCD*) di quattro piedi? Capisci?

SCHIAVO — Sì.

SOCRATE — Possiamo aggiungere ad essa quest'altra (*BCKI*) eguale?

SCHIAVO — Sì.

SOCRATE — E questa terza (*KLMC*), eguale a ciascuna delle altre due?

SCHIAVO — Sì.

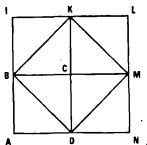
SOCRATE — Non possiamo completare la figura con questo quadrato (*DCMN*) nell'angolo (*DCM*)?

SCHIAVO — Certo.

SOCRATE — Non abbiamo qui quattro quadrati eguali?

SCHIAVO — Sì.

SOCRATE — L'intera superficie (*ANLI*) di quante volte è maggiore di questo (*ABCD*)?

SCHIAVO — Quattro volte.

SOCRATE — Ma noi avevamo bisogno di una superficie doppia; non ricordi?

SCHIAVO — Certo.

SOCRATE — Questa linea, condotta da un angolo all'altro in ciascuno di questi quadrati, non divide in due ciascuno di essi?

SCHIAVO — Sì.

SOCRATE — Non si generano, allora, queste quattro linee (*BD*, *BK*, *KM*, *MD*) eguali, che delimitano questa superficie (*BDMK*)?

SCHIAVO — Sì.

SOCRATE — Osserva: quanto è grande questa superficie?

SCHIAVO — Non lo so.

SOCRATE — Ciascuna linea non ha forse diviso a metà internamente ciascuno di questi quattro quadrati? O no?

SCHIAVO — Sì.

SOCRATE — Quante metà sono in questa superficie (*BDMK*)?

SCHIAVO — Quattro.

SOCRATE — Quante in questa (*ABCD*)?

SCHIAVO — Due.

SOCRATE — Che cos'è quattro in rapporto a due?

SCHIAVO — Il doppio.

SOCRATE — Di quanti piedi dunque è questa (*BDMK*)?

SCHIAVO — Di otto.

SOCRATE — Da quale linea è generata?

SCHIAVO — Da questa (*BD*).

SOCRATE — Da quella tesa da un angolo all'altro del quadrato di quattro piedi (*ABCD*)?

SCHIAVO — Sì.

SOCRATE — I competenti chiamano diagonale questa linea; sicché, se il suo nome è diagonale, la super-

ficie doppia, come dici tu, schiavo di Menone, è generata dalla diagonale.

SCHIAVO — Certo, Socrate.

(*Menone*, 81 e - 85 b)

5. Eudosso di Cnido: teoria delle proporzioni e metodo di esaustione.

4. Si dice che hanno tra loro rapporto le grandezze le quali possono, se moltiplicate, superarsi reciprocamente.

5. Si dice che [quattro] grandezze sono nello stesso rapporto, una prima rispetto a una seconda e una terza rispetto a una quarta, quando risulti che equimultipli della prima e della terza [presi] secondo un multiplo qualsiasi, ed equimultipli della seconda e della quarta [presi pure] secondo un multiplo qualsiasi, sono gli uni degli altri, cioè ciascuno dei due primi del suo corrispondente tra i secondi, o tutti e due maggiori, o tutti e due eguali, o tutti e due minori, se considerati appunto nell'ordine rispettivo [= quando cioè, presi equimultipli qualunque della prima grandezza e della terza ed equimultipli qualunque della seconda e della quarta, secondo che il multiplo della prima sia maggiore, eguale o minore del multiplo della seconda, l'equimultiplo della terza è corrispondentemente maggiore, eguale o minore dell'equimultiplo della quarta].

6. Grandezze che hanno lo stesso rapporto si chiamino proporzionali.

(Euclide, *Elementi*, V, definizioni 4-6)

[*Assumendosi come*] *date due grandezze disuguali, se si sottrae dalla maggiore una grandezza maggiore della*

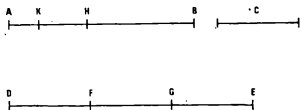
metà, dalla parte restante un'altra grandezza maggiore della metà, e così si procede successivamente, rimarrà una grandezza che sarà minore della grandezza minore [inizialmente] assunta.

Siano *AB*, *C* due grandezze diseguali, e di esse *AB* sia maggiore; dico che, se da *AB* si sottrae una grandezza maggiore della metà, dalla parte restante un'altra grandezza maggiore della metà, e così si procede successivamente, rimarrà una grandezza che sarà minore della grandezza *C*.

Infatti, venendo *C* moltiplicata (cioè, riportata più volte di séguito), finirà per essere maggiore di *AB* (V, def. IV). Si moltiplichi [appunto] *C*, e sia *DE* multipla di *C*, e maggiore di *AB*. Si divida *DE* nelle parti eguali a *C*, cioè *DF*, *FG*, *GE*, si sottragga da *AB* la grandezza *BH* maggiore della metà, da *AH* la grandezza *HK* maggiore della metà, e così si proceda successivamente, fino a che le parti (diseguali) di *AB* siano eguali in numero alle parti di *DE*.

Siano dunque *AK*, *KH*, *HB* parti (diseguali) in egual numero delle parti *DF*, *FG*, *GE*; e poiché *DE* è maggiore di *AB*, da *DE* si è sottratta *EG* minore della metà, e da *AB* si è sottratta *BH* maggiore della metà, la grandezza rimanente *GD* è maggiore della rimanente *HA*. Ora, poiché *GD* è maggiore di *HA*, da *GD* si è sottratta la metà *GF*, e da *HA* la grandezza *HK* maggiore della metà, la grandezza rimanente *DF* è maggiore della rimanente *AK*. Ma *DF* è eguale a *C*; perciò anche *C* è maggiore di *AK*. Si ha quindi che *AK* è minore di *C*.

Dunque, della grandezza *AB* viene a rimanere la grandezza *AK* che è minore della grandezza minore *C* as-

sunta come data: il che si doveva dimostrare. E ciò similmente si potrà dimostrare, anche se si sottraggono dalle grandezze le loro metà.

(Euclide, *Elementi*, X, proposizione 1)

I cerchi stanno tra loro come i quadrati dei diametri.

Siano i cerchi *ABCD*, *EFGH*, e *BD*, *FH* siano i loro diametri; dico che il cerchio *ABCD* sta al cerchio *EFGH* come il quadrato di *BD* sta al quadrato di *FH*.

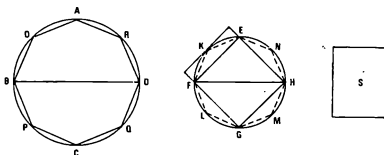
Infatti, se il cerchio *ABCD* non stesse al cerchio *EFGH* come il quadrato di *BD* sta a quello di *FH*, starebbe in tal caso il quadrato di *BD* a quello di *FH* come il cerchio *ABCD* a un'area *S* che fosse minore o maggiore del cerchio *EFGH*: cioè $q(BD) : q(FH) =$ cerchio *ABCD* : *S*. Si supponga dapprima che *S* sia minore del cerchio *EFGH*. Si iscriva ora nel cerchio *EFGH* il quadrato *EFGH* (IV, 6); il quadrato iscritto è così maggiore della metà del cerchio *EFGH*, dal momento che, se per i punti *E*, *F*, *G*, *H* conduciamo rette tangenti al cerchio, il quadrato *EFGH* è la metà del quadrato circoscritto al cerchio, mentre il cerchio è minore del quadrato circoscritto, cosicché il quadrato iscritto *EFGH* è maggiore della metà del cerchio *EFGH*. Si dividano per metà gli archi *EF*, *FG*, *GH*, *HE* nei punti *K*, *L*, *M*, *N*, e si traccino le congiungenti *EK*, *KF*, *FL*, *LG*, *GM*, *MH*, *HN*, *NE*; di conseguenza, pure ciascuno dei triangoli *EKF*, *FLG*, *GMH*, *HNE* è maggiore della metà

del segmento di cerchio che lo racchiude, dal momento che, se per i punti *K*, *L*, *M*, *N* conduciamo rette tangenti al cerchio e completiamo i parallelogrammi posti sulle corde *EF*, *FG*, *GH*, *HE*, si avrà che ciascuno dei triangoli *EKF*, *FLG*, *GMH*, *HNE* è la metà del parallelogrammo che lo racchiude, mentre il segmento di cerchio da cui è racchiuso è invece minore del parallelogrammo; cosicché ognuno dei triangoli *EKF*, *FLG*, *GMH*, *HNE* è maggiore della metà del segmento di cerchio che lo racchiude. Se veniamo allora a dividere per metà gli archi di circonferenza, tracciamo le corde corrispondenti, e continuiamo a far questo sempre di seguito, finiremo col determinare come residui certi segmenti del cerchio *EFGH* la cui somma sarà minore dell'eccedenza di cui il cerchio *EFGH* supera l'area *S*. Fu infatti dimostrato nel primo teorema del libro X che, se assumiamo due grandezze diseguali, si sottrae dalla maggiore una grandezza che sia maggiore della sua metà, dalla parte che così rimane si sottrae un'altra grandezza maggiore della sua metà, e se si procede sempre così di seguito, finirà col restare una grandezza che sarà minore della minore delle due grandezze date (X, I). Finisca dunque col risultare rimanente [una grandezza di tal genere], e supponiamo che sia appunto la somma dei segmenti del cerchio *EFGH* posti su *EK*, *KF*, *FL*, *LG*, *GM*, *MH*, *HN*, *NE* ad essere minore dell'eccedenza di cui il cerchio *EFGH* supera l'area *S*. Quindi il poligono iscritto *EKFLGMHN* è maggiore dell'area *S*. Si iscriva ora nel cerchio *ABCD* il poligono *AOBPCQDR* simile al poligono *EKFLGMHN*; il quadrato del diametro *BD* sta perciò al quadrato del diametro *FH* come il poligono *AOBPCQDR* sta al poligono *EKFLGMHN*

(XII, 1). Ma si ha pure che $q(BD) : q(FH) =$ cerchio $ABCD : S$; quindi anche: cerchio $ABCD : S = AOBPCQDR : EKFLGMHN$, per cui si ha, *permutando* (V, 16): cerchio $ABCD : AOBPCQDR = S : EKFLGMHN$. Ma il cerchio $ABCD$ è maggiore del poligono $AOBPCQDR$ in esso iscritto; quindi, in tal caso, pure l'area S sarebbe maggiore del poligono $EKFLGMHN$. Ma essa è anche minore [come si è sopra veduto]: il che è impossibile. Dunque il quadrato di BD non può stare al quadrato di FH come il cerchio $ABCD$ sta ad un'area S che sia minore del cerchio $EFGH$. Similmente potremo dimostrare come nemmeno possa darsi che il cerchio $EFGH$ stia ad un'area minore del cerchio $ABCD$ come il quadrato di FH sta al quadrato di BD.

Dico adesso che non può darsi neppure che sia: $q(BD) : q(FH) =$ cerchio $ABCD : S$ supponendo S maggiore del cerchio $EFGH$.

Invertendo nella proporzione sopra scritta (V, 7, coroll.), si ha: $q(FH) : q(BD) = S$: cerchio $ABCD$. Ma l'area S sta al cerchio $ABCD$ come il cerchio $EFGH$ sta ad un'area che sia minore del cerchio $ABCD$ (cfr. coroll. seguente); quindi anche, in tal caso, il quadrato di FH starebbe al quadrato di BD come il cerchio $EFGH$ starebbe a un'area minore del cerchio $ABCD$: il che fu dimostrato essere impossibile. Non può quindi darsi che il quadrato di BD stia al quadrato di FH come il cerchio $ABCD$ starebbe ad un'area che fosse maggiore del cerchio $EFGH$. Ma fu dimostrato che ciò non può essere nemmeno con un'area che sia minore del cerchio in questione, per cui il quadrato di BD sta al quadrato di FH come il cerchio $ABCD$ sta al cerchio $EFGH$.

Dunque, i cerchi stanno tra loro... (secondo l'enunciato). C.D.D.

(Euclide, *Elementi*, XII, proposizione 2)

6. Platone: il metodo per ipotesi e l'assiomatizzazione.

SOCRATE — Se fossi padrone non solo di me stesso, ma anche di te, Menone, non indagheremmo se la virtù può essere insegnata o no, prima di aver cercato che cosa essa sia; ma poiché tu non tenti neppure di esser padrone di te stesso, allo scopo di essere libero, e cerchi anzi di comandare a me e mi comandi, acconsentirò: che altro fare?

Sembra che si debba indagare quale sia ciò che non sappiamo ancora che cosa sia. Cedi almeno parte di ciò che comandi e concedimi di esaminare per ipotesi se è insegnabile o altro. Dico « per ipotesi », come spesso fanno i geometri nelle loro indagini: quando qualcuno domanda ad essi, per esempio a proposito di una superficie, se questa superficie può essere inscritta come un triangolo in un cerchio dato, uno di essi risponderebbe: « Non so ancora se ha questa proprietà, ma credo che sia utile a tale scopo assumere la seguente ipotesi: se questa superficie è tale che, quando è applicata lungo

la sua retta data, è deficiente di una superficie simile a quella stessa che è stata applicata, mi pare che si abbia una conseguenza; e se ne abbia un'altra, invece, se è impossibile che soddisfi a queste condizioni. Per via di ipotesi, dunque, consento a dirti se ne consegua l'impossibilità o no dell'iscrizione della superficie nel cerchio ».

Analogamente per la virtù. Poiché non sappiamo né che cos'è né qual è, esaminiamo per via di ipotesi se è insegnabile o no. Diciamo così: se tra gli enti pertinenti all'anima la virtù è di una certa qualità, sarà insegnabile o no? In primo luogo, se è simile o dissimile dalla scienza, può essere insegnata o no, o, come dicevamo poco fa, essere ricordata (sia indifferente per noi usare un termine o l'altro). Ma è insegnabile? Non è chiaro a tutti che ad un uomo non si insegna altro che la scienza?

MENONE — Credo.

SOCRATE — Ma se la virtù è una scienza, evidentemente è insegnabile.

MENONE — Come no?

SOCRATE — Questo punto, dunque, l'abbiamo subito assodato: se è scienza, è insegnabile; se non lo è, no.

MENONE — Certo.

SOCRATE — Allora, sembra, bisogna esaminare il punto seguente: la virtù è scienza o è dissimile dalla scienza?

MENONE — Questo è il punto da esaminare, credo.

SOCRATE — Non diciamo che la virtù è un bene? Non manteniamo questa ipotesi, che essa è un bene?

MENONE — Certo.

SOCRATE — Se esiste qualche altro bene separato dalla scienza, la virtù può non essere scienza; ma se

non vi è nessun bene che non sia abbracciato dalla scienza, la nostra supposizione che la virtù sia scienza sarà corretta.

(*Menone*, 86 d - 87 d)

« Dopo di ciò – disse Socrate – poiché mi ero scoraggiato di indagare gli enti, mi sembrò che dovessi stare attento a non subire ciò che subiscono quelli che contemplano e osservano l'eclissi di sole: alcuni perdono gli occhi, se non ne osservano l'immagine nell'acqua o in qualcosa di simile. Così pensai anch'io e temetti di diventare completamente cieco nell'anima, osservando le cose con gli occhi e tentando di coglierle con ciascuno dei sensi. Mi parve che dovessi rifugiarmi nelle ragioni ed indagare in esse la verità degli enti. Forse il paragone non è, in certo modo, appropriato, perché non ammetto affatto che indagare gli enti nelle loro ragioni sia indagarli in immagini più che nella loro realtà. Comunque, mi avviai per questa strada e, ponendo come ipotesi in ciascun caso la ragione che giudico più forte, pongo come vere le cose che mi sembrano essere in accordo con essa, sia riguardo alla causa sia riguardo a tutte le altre cose, mentre quelle che non mi sembrano in accordo, le pongo come non vere. Ma voglio esporti più chiaramente ciò che intendo dire, perché credo che tu non capisca ancora».

« No, per Zeus – disse Cebete – non molto ».

« Ciò che dico non è nuovo, è ciò che altre volte e anche nel discorso precedente non ho mai cessato di dire. Vado cercando di mostrarti la specie di causa, di cui mi sono occupato e arrivo nuovamente alle cose sovente ripetute e comincio da esse, ponendo come ipotesi che esista un bello in sé e per sé, un buono, un

grande e così via. Se mi concedi e ammetti che tali cose esistono, spero di poterti mostrare e di scoprire, in virtù di esse, la causa per cui l'anima è immortale ».

« Certo che te lo concedo, — disse Cebete — non tardare a concludere ».

« Osserva se, nelle conseguenze di esse, sei anche tu della mia opinione. A me sembra che, se esiste qualcos'altro di bello oltre il bello in sé, è bello unicamente perché partecipa di quel bello in sé. Così per tutte le cose. Ammetti una tale causa? »

« L'ammetto » — disse.

« Allora io non capisco più e non posso più riconoscere le altre cause, quelle dei sapienti, e se qualcuno mi dice che una cosa qualsiasi è bella perché ha un colore smagliante o una certa figura o altro del genere, do un saluto a queste cause, che mi turbano tutte, e mi attengo semplicemente, ingenuamente e forse scioccamente a questa: che nient'altro rende bella quella cosa se non la presenza o la comunicazione o altro modo di rapporto del bello in sé. Non su questo ora mi fermo, ma solo che per il bello tutte le cose belle sono belle. Questa mi pare la risposta più sicura per me e per gli altri: attenendomi ad essa, credo che non cadrò mai, ma sarò al sicuro, rispondendo a me stèsso e a chiunque altro che per il bello le cose belle sono belle. Non pare anche a te? »

« Mi pare ».

(*Fedone*, 99 d - 100 e)

« Presa ora una linea divisa in due parti diseguali, dividi ancora ciascuna parte nella stessa proporzione, e cioè tanto la parte della specie visibile quanto quella della specie intelligibile, e secondo la rispettiva chia-

rezza e oscurità in quella parte relativa al mondo visibile tu avrai una prima sezione, quella delle immagini. E per immagini intendo anzitutto le ombre, in secondo luogo i fantasmi riflessi nelle acque e sulle superfici dei corpi compatti lisci e lucidi e tutte le altre rappresentazioni del genere, se capisci ».

« Capisco ».

« Nell'altra sezione poni quegli oggetti di cui nella prima sezione abbiamo veduto le immagini, e cioè gli esseri viventi che ci circondano, il mondo vegetale e ogni genere di prodotti umani ».

« È così che pongo » — disse.

« Vorrai concedere anche che questa prima sezione si divide in vero e falso — io chiesi — e che l'immagine sta all'oggetto di cui essa è immagine come l'oggetto dell'opinione sta a quello della conoscenza? »

« Sicuro che lo concedo » — rispose.

« Considera ora in che modo si deve dividere, a sua volta, la sezione relativa all'intelligibile ».

« Come? »

« In modo che nella prima parte di questa sezione l'anima sia costretta, procedendo nella sua ricerca, a servirsi, come se fossero immagini, di quegli oggetti che nella prima sezione erano imitati, esaminando così per via di ipotesi non risalendo al principio, ma discendendo alla conclusione: nella seconda pare invece l'anima, risalendo dalle ipotesi a un principio non ipotetico, proceda, indipendentemente da quelle immagini, di cui nell'altra sezione si serviva, e attui la propria ricerca soltanto con le idee e per mezzo delle sole idee ».

« Questo che hai detto — affermò — non l'ho capito bene ».

« Daccapo allora — dissi —, ché più facilmente capirai premettendo alcune considerazioni. Come io penso tu saprai certamente che coloro che si occupano di geometria, di aritmetica e di altre questioni del genere, suppongono il pari e il dispari, le figure, tre specie d'angoli e altre cose simili, a seconda dell'oggetto della propria ricerca, e, ammesse per conosciute queste cose, le assumono a ipotesi e ritengono di non doverne dare più ragione né a sé né agli altri, come se fossero principi assiomatici per tutti, e, partendo da questi, passano a trattare tutto il resto deducendo così di conseguenza in conseguenza quella conclusione in virtù della quale avevano preso le mosse ».

« Esattamente, questo lo so » — disse.

« E allora tu sai anche che si servono di figure visibili e che ragionano su queste figure, senza tuttavia pensare ad esse in quanto visibili, ma alle altre, a quelle di cui queste sono immagine: e cioè discorrono di quello che è il quadrato in sé, della diagonale in sé, e non della diagonale ch'essi tracciano; e lo stesso si ripeta di tutte le altre figure: di queste figure che modellano e disegnano, e di cui anche si hanno ombre e immagini nell'acqua, si servono come di immagini, per giungere a cogliere invece altre forme, ciò che è in sé e per sé, e che non altrimenti si potrebbero vedere se non attraverso il pensiero discorsivo ».

« Tu parli secondo verità! » — esclamò.

« Questo aspetto, dunque, io l'ho detto intelligibile, ma tale che l'anima, in questa sua ricerca dell'intelligibile, è costretta a servirsi di ipotesi non per andare al principio, ché oltre le ipotesi non può risalire, ma usando a mo' di immagini quegli stessi oggetti che nella sezione inferiore sono a loro volta oggetto d'immagini,

e che ora, rispetto a quelle immagini di prima, vengono giudicati come realtà e tenuti in onore di realtà ».

« Capisco — disse — vuoi parlare di ciò che la geometria ha per oggetto, la geometria e le specifiche scienze di questa sorelle ».

« Sai ora che per l'altra sezione relativa all'intelligibile io intendo quella che la ragione stessa afferra per mezzo della propria attività dialettica, tenendo le ipotesi non in conto di princìpi, ma appunto per quello che sono, supposizioni, che son come gradini e pezze di appoggio per elevarsi fino al principio del tutto, a ciò che è di là dalle ipotesi, e una volta raggiunto quel principio, tenendosi ferma a quello e a ciò che da esso deriva, discenda fino alla conclusione ultima, indipendentemente da ogni dato sensibile, ma soltanto trascorrendo di idea in idea, per concludersi in un'idea ».

« Capisco — affermò — ma non perfettamente, perché mi sembra che tu parli di un'opera assai complessa: cioè tu vuoi affermare che la conoscenza dell'essere in sé e dell'intelligibile, conoscenza che si attua per mezzo della scienza dialettica, è più chiara che non quella che si ha per mezzo delle scienze specifiche che si basano su ipotesi, nonostante che anche coloro i quali cercano di conoscere il contenuto di quelle scienze specifiche siano costretti a condurre la loro indagine non con i sensi, ma per mezzo del pensiero: ad ogni modo, poiché in questo caso l'indagine non viene condotta risalendo al principio, ma muovendo dalle ipotesi, a te sembra che di questi oggetti tale gente non possa avere intelligenza piena, benché sarebbero intelligibili se ricondotti al loro principio. E a me pare che tu chiami conoscenza discorsiva e non intellezione quel modo di conoscere proprio di chi si occupa di geometria e di altre

scienze del genere, ponendo l'attività discorsiva del pensiero come intermediaria fra l'opinione e la pura intellezione.

« Hai capito benissimo! — esclamai. — E ora a ciascuna di queste quattro sezioni fammi corrispondere quattro atteggiamenti diversi dell'anima: alla sezione più alta l'*intellezione pura*, alla seconda l'*attività discorsiva*, alla terza fa' corrispondere la *credenza*, alla quarta la *congettura* ».

(*Repubblica*, VI, 20-21, 509 d - 511 e)

7. Platone: matematica e dialettica.

« E allora sarebbe necessario, o Glaucone, che la matematica fosse imposta per legge, e persuadere coloro che nello stato dovranno occupare i più alti uffici a studiare questa scienza e ad applicarvisi, non per individuale vantaggio, ma sì da giungere con l'esercizio della pura attività intellettiva a cogliere quella che è in sé la natura del numero, e non per servirsene come commercianti e bottegai per vendere o comprare, ma per l'arte della guerra e per agevolare all'anima stessa il passaggio dal mondo del divenire alla verità ed al mondo delle pure essenze ».

« Benissimo tu parli » — disse.

« Ed ora — proseguii — che abbiamo parlato della scienza dei numeri, ora m'accorgo davvero come sia una nobile scienza, non solo, ma, sotto infiniti aspetti, utile al nostro fine quando venga coltivata per scopi conoscitivi e non per trafficare ».

« In qual modo? » — egli chiese.

« Proprio per quello che ora dicevamo, che con slan-

cio essa guida l'anima in alto, costringendola a ragionare su quella che è l'essenza dei numeri, rifiutandosi di ascoltare chi le metta innanzi numeri che rappresentino oggetti visibili o palpabili. Tu sai infatti come coloro che sono maestri in questa scienza, se qualcuno ragionando si provi a spezzare l'unità matematica, sai che lo deridono e non vogliono ascoltarlo: e se tu la dividi essi la moltiplicano, temendo che l'unità non più appaia come unità, ma come un insieme di molte particelle ».

« Verissimo tu parli » — disse.

« E che ne pensi, Glaucone, se venissero interrogati così: "maestri, di quali numeri discutete voi, numeri in cui quell'unità si trova quale voi la ponete, sì che ciascuna unità ha da essere perfettamente eguale all'altra, senza che ne differisca di un minimo, e che in sé non contenga alcuna parte?", cosa pensi che risponderebbero? »

« Direi che essi parlano di quei numeri che si possono cogliere soltanto col pensiero, ma che non è possibile toccare in alcun altro modo ».

« Vedi, dunque, amico mio — seguitai — come davvero questa scienza rischia di essere per noi necessaria, se, com'è evidente, costringe l'anima a servirsi della pura attività intellettiva per cogliere quella che è la verità in sé? »

« Proprio questa — affermò — è la sua funzione ».

« Ma non ti sei accorto anche del fatto che coloro i quali sono per natura versati nel calcolo si può dire che riescano egualmente bene in ogni altro studio, mentre coloro che son tardi di cervello, se vengono educati ed esercitati in questa scienza, anche se non ne traggono altro vantaggio, ad ogni modo fanno tutti pro-

gressi diventando più acuti di quanto non lo fossero prima? »

« Proprio così » — rispose.

« Non solo, ma io credo anche che non troverai facilmente un qualche studio che, come questo, sia faticoso ad apprendersi e a praticarsi ».

« Eh no! »

« Ed è proprio per tutte queste ragioni che non va trascurato tale insegnamento, ma in esso vanno educate le migliori nature ».

« D'accordo » — disse.

« Questo, dunque, sia per noi stabilito per primo: — affermai — vi è ora un secondo insegnamento che si riallaccia a quello e che va, appunto, esaminato per vedere se ci convenga sotto qualche aspetto ».

« Qual è? Vuoi forse parlare della *geometria?* » — chiese.

« Proprio della geometria » — risposi.

« Ci conviene sì, è chiaro, per tutto quanto è in relazione con operazioni di guerra — disse — e infatti per sistemare gli alloggiamenti, occupare posizioni, raggruppare o dispiegare truppe, facendo loro eseguire tutte quelle evoluzioni proprie degli eserciti nelle stesse battaglie come nelle marce, ci dovrebbe essere una bella differenza se un generale s'intenda o no di geometria ».

« Va bene, — ribattei — ma per questo basterebbe una conoscenza anche parziale della geometria e del calcolo. Bisogna esaminare, invece, la parte più importante di essa e che va più oltre, per vedere se non tenda a quel nostro fine, a farci intendere cioè più facilmente l'idea del bene. Ora, a questo nostro fine, come dicevamo, tende tutto ciò che costringe l'anima a rivolgersi là dove è l'essere che, in sé perfetto, è come è bene

che sia, e che in tutti i modi ha da esser contemplato ».

« Hai ragione » — disse.

« E allora, se la geometria costringe a contemplare l'Essere che è, essa fa al caso nostro; no se è invece rivolta al divenire ».

« Questo affermiamo ».

« Ad ogni modo — seguitai — una cosa nessuno ci può negare, neppure coloro che della geometria hanno appena una qualche cognizione, e cioè che questa scienza ha un contenuto assolutamente opposto a quello che di essa dicono coloro che la praticano ».

« Come? » — domandò.

« Ne parlano in maniera assai ridicola e sforzatamente per quel tanto che può servire in pratica, poiché, vivendo soltanto nella pratica giornaliera, e discorrendo soltanto in vista di ciò che può servire, parlano di costruire quadrilateri, di costruire su di una linea data, di aggiungere altre figure, e via di seguito usano termini simili, mentre questa scienza dev'essere coltivata nel suo complesso in vista della conoscenza ».

« Perfettamente! » — esclamò.

« E non dobbiamo convenire anche in questo? »

« In che cosa? »

« Che tale scienza dev'essere coltivata per conoscere ciò che sempre è e non ciò che in un certo qualsiasi momento può venire all'essere o perire ».

(*Repubblica*, VII, 8, 525 b - 527 b)

« Ebbene — seguitai — io credo che, se studiando tutte queste scienze che abbiamo passato in rassegna si giunga a scoprire quali rapporti, quali parentele corrano tra loro, e come articolandosi costituiscano un tutt'uno, questo lavoro possa esser fecondo rispetto a quel

fine che ci siamo proposti, e non sarà fatica perduta: se no avremo lavorato invano ».

« Identica previsione è la mia: — disse — ma questo di cui parli è un lavoro molto serio, o Socrate ».

« Parli del preludio — io chiesi — o di altro? Che ben sappiamo come tutto questo non è che il preludio di quel canto che si deve imparare. Spero, difatti, che tu non sia dell'opinione che coloro i quali sono profondi in queste scienze siano per questo dei dialettici ».

« No, per Zeus! — esclamò — tranne pochissimi tra coloro che ho incontrati ».

« Ma allora, — dissi — gente che non è capace di spiegare una cosa e di discuterla credi che mai possa sapere qualcosa di quanto affermiamo si debba sapere? »

« Neppure questo » — rispose.

« Ma Glaucone — io dissi — non è appunto questo il canto che la dialettica eseguisce? E benché sia un canto puramente intelligibile, la funzione visiva può imitarlo, quando e lo abbiamo detto, si sforza di guardare gli esseri viventi prima, poi gli astri, il sole stesso infine. Lo stesso avviene quando uno si sforzi dialetticamente, indipendentemente da ogni sensazione, con la sola ragione, d'intendere quella che sia l'essenza di ciascuna cosa e non si stanchi prima d'aver colto con il solo intelletto quello che è il bene in sé, soltanto allora costui giunge al fine stesso dell'intelligibile, come, allora, l'altro giungeva al fine ultimo del mondo visibile ».

« Perfettamente » — disse.

« Bene: ma non è forse questo quello che tu chiami procedimento dialettico? »

« Sicuro ».

« E la liberazione dai ceppi e il rivolgersi dalle ombre alle statuette e alla luce — seguitai — e l'ascesa verso

il sole dalla sotterranea caverna e, una volta fuori dalla spelonca, l'incapacità di vedere gli animali, le piante e la luce del sole, avendo però la possibilità di contemplare nelle acque le loro divine immagini e le ombre degli oggetti reali, e non più le ombre di figure proiettate da quell'altra luce, che altro non è che una immagine del sole, ebbene, tutto questo lavoro, che si raggiunge con le varie specifiche scienze che abbiamo passato in rassegna, ha proprio la virtù di elevare la parte più nobile dell'anima alla visione di ciò che di più eccellente c'è in ognuno degli enti, così come dianzi abbiamo veduto il più acuto degli organi del corpo elevarsi alla visione di quello che nel mondo materiale e visibile è il più luminoso degli oggetti ».

« Anch'io — disse — la penso così... e passiamo a quello che è il vero e proprio canto ed esaminiamolo sì come abbiamo esaminato il preludio. Dicci, dunque, quale sia la forza dell'attività dialettica, quanti siano gli aspetti in cui essa si divide, quali i suoi procedimenti, ché questi, come s'intende, dovrebbero essere i procedimenti che dovrebbero condurci a quel fine ove, là giunti, come al termine di un viaggio, si possa trovare il riposo dal faticato cammino ».

« Amico Glaucone — dissi — tu qui non mi potrai più seguire: oh sì, quanto a me ci metterò tutta la mia buona volontà, ma non si tratterà più di vedere in questo caso quella che è l'immagine della verità, ma la verità stessa, quale almeno a me sembra che sia: e se realmente questa sia la verità oppure no, non è possibile volerlo dimostrare, ma questo sì, questo lo sostengo, tu dovresti vedere un *quid* che in un certo senso le si possa avvicinare. Non ti pare? »

« Come no? »

« Ma anche che la sola dialettica può far vedere quel *quid* a chi sia pratico di quelle cose di cui appena sopra abbiamo discusso, ché questa è la sola via possibile? »

« E anche questo è degno di essere affermato » — egli disse.

« Ecco, dunque, — affermai — un punto che nessuno ci potrà contendere e cioè che non esiste altro procedimento che sull'essenza di ogni cosa possa metodicamente determinare quel che ciascuna è in sé e per sé. Tutte le altre scienze, invece, a carattere tecnico, non si preoccupano che delle opinioni e delle passioni umane, oppure si sviluppano soltanto in virtù della produzione e della fabbricazione, o per conservare le cose che la natura o l'arte producono. Quanto alle rimanenti, quelle che come abbiamo detto possono cogliere un certo aspetto dell'essere, la geometria e le altre che seguono, ci siamo accorti come a un sogno somigli la loro conoscenza dell'essere, e come sia impossibile che da sveglie ne raggiungano la visione fino a che si servono di ipotesi che non discutono affatto, non sapendone rendere ragione. Perché se si prende per principio una cosa che non si conosce, e la proposizione finale e quelle intermedie si tesson con un filo sconosciuto, può esser benissimo che il tutto meccanicamente torni, ma come di qui potrà mai nascere una scienza? »

« Assolutamente no » — disse.

« Soltanto il metodo dialettico — seguitai — è dunque capace di elevarsi, togliendo di mezzo le ipotesi, fino allo stesso principio per trovarvi la necessità delle proprie conclusioni, ed esso solo quell'occhio dell'anima, che è veramente impantanato in una barbara melma, a poco a poco lo trascina fuori e lo eleva in alto utilizzando a questo scopo, come ausiliarie, quelle specifi-

che scienze di cui sopra abbiamo parlato: le quali molto spesso per abitudine abbiamo chiamato scienze, ma altro dovrebbe essere il loro nome, nome che indicasse più chiarezza di quello di opinione, ma più oscurità che non quello di scienza: e che più sopra abbiamo indicato come conoscenza discorsiva. Ma a me sembra che la questione non sia di nomi, quando ci si proponga un'indagine su problemi tanto grandi come quelli che ci stanno innanzi».

(*Repubblica*, VII, 13-14, 531 c - 533 e)

8. Aristotele: l'infinito.

Nei ricercatori la credenza che ci sia qualcosa di infinito può derivare soprattutto da cinque considerazioni: dal tempo (esso, infatti, è infinito); dalla divisione delle grandezze (anche i matematici, infatti, fanno uso dell'infinito); inoltre dal fatto che soltanto in questo modo non si eliminano la generazione e la corruzione, cioè se è infinito ciò da cui si stacca ciò che diviene; inoltre dal fatto che il finito tende sempre a un limite, sicché è necessario che non vi sia alcun limite, se sempre necessariamente una cosa tende verso l'altra come al suo limite. Ma soprattutto la ragione più importante è quella che procura difficoltà a tutti: infatti il numero, le grandezze matematiche e ciò che è fuori del cielo paiono essere infiniti per il fatto che non vengono mai meno nel pensiero. Ma se è infinito ciò che è fuori del cielo, anche il corpo e i mondi paiono essere infiniti. Perché infatti vi dovrebbe essere più corpo in una parte del vuoto che in un'altra? Sicché, se la massa è in un luogo, dev'essere anche ovunque. Allo stesso

modo, se c'è il vuoto e il luogo è infinito, è necessario che anche il corpo sia infinito, perché nelle cose eterne non c'è alcuna differenza tra il possibile e l'essere.

(*Fisica*, III 4. 203 b 15-30)

Bisogna definire in primo luogo in quanti modi si parla dell'infinito. In un senso è ciò che non può essere percorso, perché per sua natura è impercorribile, come per esempio la voce che è invisibile. In un altro senso è ciò che ammette un percorso senza fine o percorribile con difficoltà o che per natura lo ammette, ma di fatto non ammette né percorso né fine. Inoltre ogni cosa infinita è tale o per addizione o per divisione o per entrambe.

(*Fisica*, III 4. 204 a 2-7)

È chiaro che, se l'infinito non esiste assolutamente, si hanno molte conseguenze impossibili. Il tempo avrà un inizio e una fine, le grandezze non saranno divisibili in grandezze e il numero non sarà infinito. Ma dal momento che, in base alle distinzioni precedenti, non sembra ammissibile né una cosa né l'altra, occorre un arbitro: evidentemente in un certo senso l'infinito è e in un altro non è. Si dice che l'essere è in potenza o in atto e l'infinito è sia per addizione sia per divisione. Ma la grandezza in quanto è in atto non è infinita, come si è detto, ma lo è per divisione, perché non è difficile confutare la teoria delle linee indivisibili. Rimane, dunque, che l'infinito è in potenza. Ma non bisogna assumere « ciò che è in potenza » nel senso in cui, per esempio, si dice che, se questo materiale è potenzialmente una statua, allora sarà una statua. In questo caso sarebbe infinito ciò che sarà in atto. Ma

poiché l'essere si dice in molti modi, come si dice « il giorno è », « la gara è », in quanto diventano sempre altro e poi altro, così « è » anche l'infinito. E infatti anche a questi esempi si applica l'essere in potenza e in atto, perché i giochi olimpici sono sia in quanto possono aver luogo sia in quanto hanno luogo. È chiaro che l'infinito ha sensi diversi, se inteso nel tempo o applicato alle generazioni umane o alla divisione delle grandezze. In generale, infatti, l'infinito è così, nel senso che è assunto sempre diverso e ciò che è assunto è sempre finito, ma sempre diverso e poi ancora diverso... Ma nelle grandezze ciò che è assunto permane, mentre nel tempo e nelle generazioni umane scompare, ma in modo da non lasciare nulla.

L'infinito per addizione è in certo modo lo stesso che l'infinito per divisione, perché si origina nel finito per addizione in modo inverso all'altro. Infatti nel modo in cui si vede la grandezza divisa all'infinito, in questo stesso modo apparirà addizionata a quella finita. Infatti, se in una grandezza finita noi prendiamo una grandezza determinata e poi un'altra nella stessa proporzione, senza mai prendere però la stessa grandezza dell'intero originario, non percorreremo il finito. Se invece allo stesso modo aumentiamo la proporzione in modo da prendere sempre la stessa grandezza, qualunque sia, lo percorreremo, perché ogni finito può essere esaurito con la sottrazione continua di una qualsiasi quantità determinata. In altro senso, dunque, l'infinito non esiste, ma solo in questo, cioè in potenza e per sottrazione. In atto, invece, esiste soltanto nel senso in cui diciamo « è giorno », « ci sono i giochi ». E in potenza è come lo è la materia, ma non di per sé come lo è il finito. E anche per addizione l'infinito è

in potenza, e noi diciamo che in un certo modo è lo stesso dell'infinito per divisione, perché sarà sempre possibile prendere qualcosa fuori di esso, e tuttavia non potrà superare ogni grandezza determinata, così come nella divisione supera ogni grandezza determinata e sarà sempre minore. Sicché non è possibile che l'infinito superi ogni grandezza per addizione neppure potenzialmente, a meno che per accidente non esista un infinito in atto, come i fisiologi dicono che sia il corpo esterno al cosmo e la cui sostanza è aria o qualcos'altro di simile. Ma se non è possibile un corpo sensibile infinito in atto in questo modo, è chiaro che non potrà esistere neppure in potenza per addizione, se non – come dicevamo – nel senso inverso alla divisione... Succede invece che l'infinito sia il contrario di ciò che dicono, perché non è ciò fuori del quale non c'è nulla, ma ciò fuori del quale c'è sempre qualcosa.

(*Fisica*, III 6. 206 a 9 - 207 a 2)

È una conseguenza ragionevole che non paia esserci un infinito per addizione tale da superare ogni grandezza, ma che ci sia per divisione. L'infinito, infatti, come la materia, è contenuto internamente ed è la forma a contenerli. Ed è anche ragionevole che nel numero ci sia un limite in direzione del minimo, mentre in direzione del maggiore può sempre superare ogni numero e invece nel caso delle grandezze avvenga il contrario e in direzione del minimo si possa superare ogni grandezza, mentre in direzione del maggiore non ci sia una grandezza infinita. La causa di ciò è che l'uno è indivisibile, qualunque cosa sia ciò che è uno (per esempio, l'uomo è un solo uomo e non molti), ma il numero è molte unità e una certa quantità, sicché deve neces-

sariamente fermarsi all'indivisibile (infatti il due e il tre sono nomi derivati e così anche ciascun altro numero). In direzione del più, invece, è sempre possibile pensare l'infinito, perché le divisioni di una grandezza sono infinite. Sicché il numero è infinito in potenza, ma non in atto, anzi il numero assunto supera sempre qualsiasi quantità determinata. Ma questo numero non è separabile dalla divisione e l'infinità non è stabile, ma si genera, come il tempo e il numero del tempo. Per le grandezze, è invece il contrario, perché il continuo si divide all'infinito, ma in direzione del maggiore non c'è infinito. Quanto grande, infatti, è concesso che sia in potenza, altrettanto è concesso che sia anche in atto, sicché, dal momento che nessuna grandezza sensibile è infinita, non è possibile che ci sia il superamento di ogni grandezza determinata, perché in tal caso ci sarebbe qualcosa di maggiore del cielo.

L'infinito non è la stessa cosa nella grandezza, nel movimento e nel tempo, come se fosse una natura unica, ma il suo senso posteriore è detto in base a quello anteriore. Per esempio, il movimento è detto infinito in quanto la grandezza sulla quale il movimento o l'alterazione o l'accrescimento hanno luogo è infinita. Il tempo poi è detto infinito a causa del movimento... Questo discorso non intende affatto sottrarre ai matematici le loro indagini, per il fatto che esso nega che l'infinito sia tale da essere in atto percorribile in direzione dell'accrescimento. Essi non hanno affatto bisogno in questo momento dell'infinito (infatti non ne fanno uso), ma soltanto di una quantità finita grande quanto essi vogliono e che, nello stesso rapporto con il quale è divisa la grandezza massima, con questo stesso rapporto possa essere divisa qualsiasi altra grandezza,

sicché in relazione alle loro dimostrazioni non importerà affatto che l'infinito esista nelle grandezze esistenti.

(*Fisica*, III 7. 207 a 33 - b 34)

È assurdo prestare credito al pensiero, perché l'eccesso e il difetto non ha luogo nella cosa, ma nel pensiero. Infatti si potrebbe pensare ciascuno di noi molte volte se stesso, accrescendolo all'infinito. Ma che esso esista fuori della stessa grandezza che abbiamo noi non è per il fatto che lo si pensi, ma per il fatto che esiste. Il pensarlo, invece, è accidentale. Il tempo, il movimento e il pensiero sono infiniti, ma senza che persista ciò che è assunto. La grandezza, invece, non è infinita né per sottrazione né per aumento effettuati nel pensiero.

(*Fisica*, III 8. 208 a 14-22)

III/ L'IMMAGINE DELL'UNIVERSO

Secondo la tradizione, nella Ionia avrebbe origine non soltanto la filosofia e la matematica, ma anche la geografia. Ad Anassimandro di Mileto, vissuto nel secolo VI a.C., è attribuita l'elaborazione di una carta geografica del mondo allora conosciuto. Ed è significativo che la sua opera fosse proseguita da Ecateo di Mileto (550-480 circa), lo storico più importante prima di Erodoto: strettissime erano le connessioni tra storia e geografia, fondate entrambe primariamente sulla esperienza diretta, l'« autopsia ». Ma, accanto alla terra, il cielo costituiva oggetto di osservazione, come nel vicino mondo orientale: anche qui la tradizione assegna a Talete di Mileto la previsione di una eclissi di sole. Da questa pluralità di osservazioni traevano il materiale i tentativi di spiegazione della formazione e della costituzione del mondo, proseguiti poi intensamente nel secolo V a.C. ad opera di Empedocle di Agrigento, per il quale i quattro elementi (terra, acqua, aria, fuoco) si aggregano o si disgregano secondo il prevalere dell'amore o dell'odio in una vicenda ciclica che dallo sfero conduce al caos e così via; di Anassagora di Clazomene, per il quale l'intelletto diede inizio a un processo di differenziazione di una massa unitaria indistinta mediante un vortice fino alla comparsa degli oggetti del nostro mondo, nei quali sono presenti particelle di ogni tipo, ma prevalgono quelle che danno nome ai singoli oggetti; di Democrito di Abdera, per il quale il mondo è costituito di particelle indivisibili (atomi), differenziate tra loro per posizione, forma e grandezza; dei pitagorici Filolao e Archita, che utilizzavano concetti di origine matematica.

Platone racconta nel *Fedone* che Socrate, partito da primitivi interessi naturalistici, conformemente all'alto sviluppo

che tali ricerche avevano verso la metà del secolo V, si era poi orientato verso l'indagine del mondo umano. A questo orientamento pare attenersi lo stesso Platone, che in molti dei suoi dialoghi si occupa di questioni etiche, politiche e metafisiche, considerando il mondo naturale non suscettibile di scienza autentica. Ma nella *Repubblica* egli riconosce la possibilità di una considerazione matematica, non empirica, dei fenomeni celesti nella loro regolarità. E il soggiorno nell'Accademia di Eudosso aveva dato ulteriore impulso all'astronomia matematica. Il modello costruito da Eudosso – noto a noi dalla *Metafisica* di Aristotele – inseriva ogni astro in un sistema di sfere concentriche. Le sfere più esterne influivano sulle più interne, perché i poli di ogni sfera erano collocati nella sfera immediatamente successiva. In uno dei suoi ultimi dialoghi, il *Timeo*, composto probabilmente verso la metà del secolo IV, Platone sembrava contravvenire alla sua svalutazione del mondo sensibile. In realtà, in questo dialogo, fornendo una soluzione finalistica al problema della formazione del mondo, egli aveva come obiettivo polemico le teorie meccanicistiche e, più in generale, ogni concezione che negasse alla divinità l'intervento nel mondo. Nella sua ultima opera, le *Leggi*, egli affermava che tale concezione non era che una forma di ateismo e, come tale, doveva essere combattuta. Su questa linea di difesa di credenze religiose, attraverso la reinterpretazione dei dati scientifici, si poneva un dialogo, l'*Epinomide*, generalmente attribuito non a Platone, ma al suo allievo Filippo di Opunte. In questo dialogo è chiaro il tentativo di interpretare l'astronomia matematica, che insiste sulla regolarità e l'ordine del mondo celeste, in chiave religiosa, giungendo a divinizzare – forse sulla scia di influenze orientali – gli stessi corpi celesti. Attenzione al meraviglioso e alle credenze tradizionali sembrano manifestare frammenti di opere di Eraclide Pontico, altro allievo di Platone. Ma a dimostrare l'impasto inestricabile di credenze mitiche, concezioni del mondo e teorie che a noi possono apparire « scientifiche » sta la documentazione delle sue scoperte sulla rotazione di Mercurio e Venere intorno al sole e del movimento diurno della terra intorno al proprio asse.

Aristotele nella *Fisica*, composta di otto libri, affronta in generale i problemi di una scienza del movimento. Ma è soprattutto nei quattro libri *Sul cielo* che compare la sua immagine del mondo, la quale ha ormai recepito la posizione di privilegio assegnata ai corpi celesti ingenerabili e incorruttibili rispetto a quelli sublunari generabili e corruttibili. La teoria dei luoghi naturali consente, d'altra parte, la fondazione del geocentrismo e l'esclusione recisa della pluralità dei mondi. Tutto ciò si inquadrava in una interpretazione finalistica del mondo, che avrebbe dominato per secoli la cultura occidentale.

1. I Presocratici: osservazioni e cosmogonie.

Eratostene afferma che i primi due geografi dopo Omero furono Anassimandro, che fu conoscente e concittadino di Talete, ed Ecateo di Mileto: il primo pubblicò una tavola geografica, mentre Ecateo lasciò un disegno della cui autenticità sono garanti gli altri suoi scritti.

(Strabone, *Geografia*, I, p. 7)

In primo luogo ascolta che quattro sono le radici di tutte le cose: Zeus risplendente ed Era apportatrice di vita e Edoneo e Nesti, che distilla di lacrime la fonte mortale.

(Empedocle = DK 31 B 6)

Ma un'altra cosa ti dirò: non c'è nascita di nessuna delle cose mortali, né fine alcuna di morte rovinosa, ma c'è soltanto mescolanza e separazione delle cose mescolate, mentre il nome « nascita » è usato dagli uomini per queste cose.

(Empedocle = DK 31 B 8)

A turno dominano [gli elementi] nel ricorrere del ciclo, periscono l'uno nell'altro e crescono nel turno del destino. Soltanto questi, infatti, sono gli elementi, ma correndo l'uno attraverso l'altro nascono gli uomini e le stirpi degli altri animali, ora raccolti dall'Amicizia in un unico cosmo, ora poi ciascuna cosa è separata dall'odio della Contesa, finché generati insieme in un unico tutto, di nuovo riprendono. Così nel modo in cui l'uno ha imparato a nascere dal molteplice e questo, di nuovo, dal dissolversi dell'uno, a compiersi molteplice, così divengono e la loro vicenda non è stabile; e come il loro mutamento non cessa mai di essere continuo, così sono sempre immobili durante il ciclo.

(Empedocle = DK 31 B 26)

È necessario credere che in tutti gli aggregati ci sia molto di svariato e semi di tutte le cose aventi forme, colori e sapori svariati. E che siano stati composti uomini e gli altri viventi che hanno anima. E che gli uomini abbiano città abitate e opere costruite, come da noi, e abbiano il sole e la luna e il resto, come da noi, e che la terra produca ad essi molte e svariate cose, delle quali fanno uso dopo aver accumulato in casa le migliori. Questo ho detto a proposito della separazione, cioè che non avverrebbe soltanto da noi, ma anche altrove.

Prima che queste cose si separassero, poiché tutte le cose erano insieme, non era visibile nessun colore, perché lo impediva la mescolanza di tutte le cose, dell'umido e del secco, del caldo e del freddo, del luminoso e dell'oscuro, della molta terra che era presente e dei semi illimitati in quantità, in nulla simili l'uno

all'altro. E infatti neppure tra le altre cose nessuna è simile all'altra. Stando così le cose, bisogna credere che nel tutto ci siano tutte le cose.

(Anassagora = DK 59 B 4)

Le altre cose hanno parte a tutto, mentre l'intelletto è qualcosa di illimitato e autocrate e non è mescolato a nessuna cosa, ma è solo in se stesso. Infatti se non fosse in se stesso, ma fosse mescolato a qualcos'altro, parteciperebbe di tutte le cose, se fosse mescolato a qualcuna, perché in ogni cosa c'è parte di ogni cosa, come ho detto precedentemente. E le cose mescolate con esso lo impedirebbero, sicché non dominerebbe nessuna cosa, come avviene quando è solo in se stesso. Esso è, infatti, la cosa più sottile e più pura di tutte e ha conoscenza totale di tutto e massima forza: tutte le cose che hanno vita, le maggiori e le minori, tutte domina l'intelletto. E dominò l'intera rivoluzione, così da dare impulso all'inizio. Prima diede inizio alla rivoluzione a partire dal piccolo, poi diventa maggiore e diventerà maggiore. E le cose che si mescolano insieme, che si disgregano e si separano, tutte l'intelletto ha conosciuto. E quali cose dovevano essere e quali erano, che ora non sono, e quante ora sono e quali saranno, tutte l'intelletto ha ordinato, anche questa rivoluzione, che ora compiono gli astri, il sole, la luna, l'aria e l'etere, che si separano. È questa stessa rivoluzione che li ha fatti separare. E dal raro si separa il denso, dal freddo il caldo, dall'oscuro il luminoso e dall'umido il secco. Molte sono le parti e di molte cose. Ma nessuna si separa e si distingue totalmente dal resto, se non l'intelletto. L'intelletto è tutto eguale, il maggiore e il minore. Nessun'altra cosa è simile a nessun'altra,

ma ciascuna singola cosa è ed era quelle che in modo evidente sono presenti in essa in massimo grado.

(Anassagora = DK 59 B 12)

Nulla avviene invano, ma tutto secondo una ragione e di necessità.

(Leucippo = DK 67 B 2)

Per convenzione è il dolce, per convenzione l'amaro, per convenzione il caldo, per convenzione il freddo, per convenzione il colore, per verità, invece, gli atomi e il vuoto.

(Democrito = DK 68 B 8)

Vi sono due specie di conoscenza, l'una genuina e l'altra oscura, ed è proprio dell'oscura tutto ciò: vista, udito, odorato, gusto, tatto. Quella genuina, invece, è separata da questa. Quando la conoscenza oscura non può più vedere né udire né odorare né gustare né sentire col tatto un oggetto più piccolo, ma deve ricercare un oggetto ancor più sottile, allora interviene la conoscenza genuina.

(Democrito = DK 68 B 11)

2. I Pitagorici: l'armonia dei cieli.

Pitagora fu il primo a denominare cosmo la sfera del tutto, in base all'ordine presente in esso.

(Aezio, II, 1, 1)

La natura nel cosmo è armonizzazione di elementi illimitati e limitanti, sia il cosmo intero sia tutte le cose presenti in esso.

(Filolao = DK 44 B 1)

Necessariamente tutte le cose esistenti sono o limitanti o illimitate o limitanti e illimitate. Solo cose illimitate o solo cose limitanti non potrebbero esserci. Poiché, dunque, è chiaro che le cose esistenti non consistono né di elementi tutti illimitati né di elementi tutti limitanti, è anche evidente che il cosmo e le cose presenti in esso risultano dall'armonizzazione di elementi limitanti e illimitati. Lo indica anche ciò che avviene di fatto, perché le cose che risultano da elementi limitanti sono limitanti, quelle che risultano da elementi limitanti e illimitati sono limitanti e non limitanti e quelle che risultano da elementi illimitati appariranno illimitate. (Filolao = DK 44 B 2)

A proposito della natura e dell'armonia le cose stanno così: la sostanza delle cose, che è eterna, e la natura stessa richiedono una conoscenza divina, non umana, salvo per il fatto che nessuna delle cose che sono e sono conosciute da noi avrebbe potuto esserci se non esistesse la sostanza delle cose, dalle quali è composto il cosmo, le limitanti e le illimitate. Ma poiché i principi non sono simili né della stessa specie, sarebbe stato impossibile che con essi si formasse un cosmo, se non fosse sopraggiunta l'armonia, in qualunque modo fosse sopraggiunta. Se fossero stati simili e della stessa specie, non avrebbero avuto bisogno dell'armonia; ma quelli che sono dissimili e di specie diversa e ordinati diversamente, è necessario che siano racchiusi da un'armonia tale da poterli contenere in un cosmo.

(Filolao = DK 44 B 6)

Il primo armonizzato, l'uno, è nel mezzo della sfera ed è chiamato focolare. (Filolao = DK 44 B 7)

A me pare che coloro che si sono occupati di matematica abbiano raggiunto buone conoscenze e non è affatto strano che essi pensassero correttamente sulle proprietà di ciascuna cosa, perché, avendo buone conoscenze sulla natura del tutto, erano in grado di veder bene anche le proprietà di esse nel particolare. E infatti sulla velocità degli astri e sul loro sorgere e tramontare ci hanno procurato una conoscenza chiara, e anche sulla geometria, sui numeri, sulla sferica e soprattutto sulla musica. Queste discipline, infatti, paiono sorelle, perché si occupano delle primissime due specie sorelle dell'essere. In primo luogo, dunque, esaminarono l'impossibilità che ci sia rumore, se non ci sono urti di corpi tra loro. E dissero che si ha urto quando i corpi in movimento, incontrandosi, si congiungono reciprocamente: alcuni muovendosi di movimento contrario, incontrandosi e rallentandosi l'un l'altro producono rumore e altri, invece, muovendosi nella stessa direzione, ma non a eguale velocità, raggiunte dai corpi sopraggiungenti, sono percosse e producono rumore. E sostennero che per la nostra natura non siamo in grado di conoscere molti suoni, alcuni a causa della debolezza dell'urto, altri a causa della grandezza della distanza da noi, ma alcuni anche a causa dell'eccesso della loro intensità. Infatti i suoni maggiori non entrano nel nostro orecchio, così come non entrano negli stretti orifizi dei vasi contenuti troppo grandi che si voglia versarvi. Dei suoni che raggiungono i sensi, quelli che risultano da urti veloci e forti appaiono acuti, mentre quelli risultanti da urti lenti e deboli paiono gravi. Infatti, se si prende una verga e la si agita lentamente e debolmente, con il colpo produrrà suono grave; se invece la si agita velocemente e fortemente, produrrà

suono acuto. Ma non soltanto in questo modo possiamo venirne a conoscenza, bensì anche quando, parlando o cantando, intendiamo emettere una voce forte e acuta: in tal caso emettiamo fortemente il fiato. Capita come nelle armi da lancio: quelle scagliate con forza arrivano lontano e quelle scagliate debolmente vicino, perché a quelle che si muovono con forza l'aria cede maggiormente, mentre a quelle che si muovono debolmente cede meno. Lo stesso avverrà anche per le voci: quelle emesse da un fiato forte sono forti e acute, mentre quelle emesse da un fiato debole sono deboli e gravi. Ma possiamo vederlo anche da questo segno fortissimo, cioè che se lo stesso uomo parla forte, lo sentiamo anche da lontano, ma se parla piano, non lo sentiamo neppure da vicino. Anche nei flauti il soffio proveniente dalla bocca, entrando nei fori vicini alla bocca, a causa della grande forza produce un suono più acuto, ma entrando nei fori più lontani, produce un suono più grave, sicché è chiaro che il movimento veloce produce un suono acuto e quello lento un suono grave.

(Archita = DK 47 B 1)

3. Platone: scienza, opinione e mito.

« La scienza non ha forse quale suo oggetto l'*essere*, per conoscerlo nella sua essenza? »

« Sì ».

« E l'opinione, dicevamo, non è volta a ciò che appare? »

« Sì ».

« Conosce essa lo stesso oggetto della scienza? e la stessa cosa può al tempo stesso essere oggetto di conoscenza e di opinione? O è impossibile? »

« È impossibile — rispose — dopo quanto abbiamo ammesso. Se è vero che le facoltà hanno contenuti diversi, e se d'altra parte la scienza e l'opinione sono entrambe facoltà, e facoltà diverse, come abbiamo affermato, ne segue che la stessa cosa non può essere al tempo stesso contenuto di scienza e di opinione ».

« E allora, se ciò che è, è contenuto di conoscenza, il contenuto della opinione altro dovrebbe essere da ciò che è ».

« Altro ».

« Ma allora il contenuto dell'opinione è ciò che non è? O di ciò che veramente non è, non è possibile neppure opinione? Rifletti! Chi opina non volge la sua opinione su qualche cosa, o è possibile opinione che sia opinione di nulla? »

« Impossibile ».

« Ma, dunque, chi ha un'opinione ha un'opinione di qualcosa? »

« Sì ».

« Ma in effetti ciò che non è non è un qualcosa, ma il nulla, se vogliamo parlare rettamente ».

« Esattamente ».

« E così, al non essere abbiamo ricondotto l'ignoranza, all'essere la conoscenza? »

« Giustamente » — disse.

« L'opinione, dunque, non ha per contenuto né l'*essere*, né il *non essere?* »

« No, in effetti ».

« L'opinione quindi non dovrebbe essere né ignoranza né conoscenza? »

« Sembra di no ».

« Sarà essa allora al di fuori dell'una e dell'altra, di

là dalla conoscenza rispetto alla chiarezza, o dall'ignoranza rispetto all'oscurità? »

« Né l'una né l'altra ».

« Ti sembra allora — io chiesi — che l'opinione sia più oscura della conoscenza, più luminosa dell'ignoranza? »

« Molto di più » — disse.

« Tra le due è, dunque, il suo posto? »

« Sì ».

« L'opinione sarebbe quindi *intermedia* tra queste ».

« Evidentemente ».

« Ma non abbiamo detto prima che se trovassimo un qualcosa che fosse e non fosse al tempo stesso, questo occuperebbe il mezzo tra l'*essere assoluto* e l'*assoluto non essere*, e che dunque non sarebbe né contenuto di scienza, né d'ignoranza, ma apparirebbe come medio tra la scienza e l'ignoranza? »

« Giusto ».

« Ma l'opinione non ci è apparsa ora come un che di mezzo tra le due? »

« Ci è apparsa così ».

« E allora, a quanto sembra, ci resterebbe da scoprire cosa è che al tempo stesso partecipa dell'*essere* e del *non essere* e che, rettamente parlando, non si può chiamare né con l'uno né con l'altro nome, affinché, ove appaia, si possa giustamente dire che questo è contenuto di opinione, dando agli estremi i posti estremi, ed all'intermedio il suo posto di intermedio. Non è così? »

« Sì ».

« Posto questo, mi dica e risponda quel nostro brav'uomo, dirò, che non crede nell'esistenza del bello in sé, né di alcuna idea di bellezza sempre a se stessa

identica, ma crede in una molteplicità di cose belle, risponda quest'amante di spettacoli che non ammette che si possa dire che il bello è uno, che uno è il giusto, e così per tutto il resto. "Ottimo uomo, gli diremo, delle molte cose belle ve n'è forse qualcuna che non possa apparire anche brutta? E delle giuste, ingiusta? E delle sante, empia?" ».

« No! Ma si capisce — disse — che le cose belle possano sotto qualche aspetto apparire brutte, e così tutte le altre di cui mi domandi ».

« E così le quantità doppie non possono apparire tanto come metà quanto come doppie? »

« Sì »...

« Sai dirmi allora — domandai io — che cosa dobbiamo farne? E meglio di tutto, non sarebbe porle tra l'essere e il nulla? Ché non sembreranno certo più oscure del non essere, in quanto non sono meno di ciò che non è, né più luminose dell'essere, in quanto non sono più di ciò che è ».

« Verissimo » — disse.

« A quanto sembra abbiamo dunque trovato che la varietà di idee che ha la gente intorno alla bellezza e alle altre qualità si aggira per così dire in quello spazio che corre tra il non essere e il puro essere ».

« L'abbiamo trovato ».

« Ma già da prima eravamo d'accordo che se ci fosse apparsa una cosa simile, dovevamo dire quella essere l'oggetto dell'opinione e non della conoscenza, come quel *quid* che, vagando tra i due estremi, viene percepito da una facoltà intermedia ».

« Eravamo già d'accordo ».

« Coloro, dunque, che guardano le molte cose belle, ma non vedono la bellezza in sé e non riescono a tener

dietro a chi vorrebbe condurli fino ad essa, coloro che guardano le molte cose giuste, ma non vedono la giustizia in sé, e così via, diremo che su tutto non hanno che opinioni, ma non conoscenza ».

« Necessariamente » — affermò.

« Che dire, invece, di coloro che contemplano le cose in sé e sempre a se stesse identiche? Non diremo che conoscono e non opinano? »

« È egualmente necessario ».

(*Repubblica*, V, 21-22, 478 a - 479 e)

Secondo me, dunque, si hanno anzitutto da distinguere questi punti: qual è l'essere che sempre è e che non ha nascimento, e qual è quello che sempre si genera e mai non è? Il primo si apprende con un atto d'intellezione e discorsivamente, in quanto è sempre quello che è; il secondo, invece, è oggetto di opinione, per mezzo della sensazione, immediata e non discorsiva, in quanto nasce e muore, e mai è davvero. Non solo, ma tutto ciò che si genera è necessariamente effetto di una causa, ché senza causa è impossibile che qualsiasi cosa si generi. Quando infatti l'artefice, tenendo gli occhi fissi su ciò che è identico a sé e di quello servendosi come di modello, tende nella sua opera a realizzarne la forma e le proprietà, tutto ciò che così realizza è necessariamente bello; non bello, invece, se ha tenuto presente ciò che è soggetto al divenire, servendosi di un modello generato.

Così, dunque, rispetto al cielo tutto, o al cosmo, o comunque si voglia chiamare, anzitutto conviene si consideri ciò che da prima – come abbiamo detto – è da considerare in ogni cosa, se cioè è sempre stato, senza aver mai avuto principio di nascimento, o se ebbe ori-

gine, scaturendo da un qualche principio. È nato: esso, infatti, si può vedere e toccare, ha un corpo, e queste cose sono tutte sensibili, e le cose sensibili, che sono oggetto di opinione attraverso la sensazione, è chiaro che sono tutte sottoposte al divenire, sono generate. D'altra parte, noi diciamo che tutto ciò che è nato è necessariamente nato in quanto frutto di una certa causa. Ma questo è difficile, trovare chi sia padre e poeta di questo universo, e quando si sia trovato è impossibile esprimerlo a tutti.

Intanto ciò che subito dobbiamo domandarci intorno all'universo è su quale dei due modelli sia stato realizzato da chi lo costruì, su quello che è sempre uno e identico, o su quello che è generato. Se questo mondo è bello, e l'artefice è buono, è chiaro che tenne presente il modello eterno: se no – ma soltanto il dirlo sarebbe una bestemmia – ha tenuto l'occhio al generato. Certo a tutti è chiaro che l'artefice ha contemplato quello che sempre è, ché questo mondo è fra tutte le opere la più bella che è stata generata ed egli, tra le cause, è la più perfetta causa. Il mondo, dunque, così generato è stato costituito secondo quel modello che può essere appreso per via intellettiva e logica, e che è sempre identico a se stesso. E se così è, è assolutamente necessario che questo cosmo sia fatto a immagine di un altro ordine.

Ora, in ogni questione è quanto mai importante iniziare dal principio naturale; e così ci conviene distinguere tra l'immagine e il suo modello, poiché i discorsi hanno una certa qual parentela con l'oggetto di cui sono interpreti: e dunque il discorso intorno a ciò che è stabile, fisso in se stesso, luminoso all'intelletto, esso pure è fisso e incrollabile, e, per quanto è possibile,

deve essere inconfutabile e invincibile, e nessuna di queste condizioni deve mancare. Quanto poi al discorso intorno a ciò che raffigura quel modello, e ne è la immagine, tal discorso sarà verosimile e in relazione al primo, poiché come l'essenza sta alla generazione, così la verità sta alla fede.

E dunque, o Socrate, se dopo che tanti hanno espresso così diverse opinioni intorno agli dèi e all'origine dell'universo, non possiamo offrirti ragionamenti in tutto e per tutto logicamente coerenti ed esatti, non meravigliarti; ma, purché non meno verosimili siano i nostri discorsi di quelli tenuti da altri, contentiamocene pure, ricordandoci che, io che parlo e voi che giudicate, abbiamo natura umana: sicché a noi basta, intorno a queste cose, accettare un mito verosimile, e non dobbiamo cercare più lontano.

(*Timeo*, 27 d - 29 d)

4. Platone: la formazione del mondo.

Uno è il cielo, in quanto è stato fatto simile al modello: perché un tal modello, che in sé racchiude tutti i viventi intelligibili, non può esser secondo dopo un altro: altrimenti ci vorrebbe ancora un altro vivente che contenesse quei due, che sarebbero dunque sue parti; e allora sarebbe più giusto dire che questo mondo non somiglia ad essi, ma a ciò che li contiene.

Perché, dunque, questo nostro mondo fosse simile, per la sua unicità, all'essere vivente perfetto, per questo l'artefice non fece né due né infiniti mondi, ma questo solo, unigenito e generato cielo, che è, e tale continuerà ad essere.

Ciò che ha nascimento dev'essere corporeo e, quindi, visibile e tangibile. Ma niente potrebbe essere visibile se fosse separato dal fuoco, niente potrebbe essere tangibile senza solidità, e non esiste solido che sia senza terra. Perciò il dio, cominciando a comporre il corpo dell'universo, lo fece di fuoco e di terra. Ma poiché non è possibile che due termini da soli formino una buona composizione senza un terzo termine, bisogna che in mezzo vi sia un legame che li congiunga entrambi. Ora, di tutti i legami il più perfetto è quello che, per quanto è possibile, costituisca in unità sé e i termini che lega: ed è la proporzione che realizza ciò nel modo più perfetto; poiché quando di tre numeri, masse o potenze che siano, il numero medio sta all'ultimo come il primo sta al medio, non solo, ma il medio sta al primo come l'ultimo al medio, allora il medio a sua volta divenendo primo e ultimo, e il primo e l'ultimo divenendo medi entrambi, così necessariamente avverrà che tutti si identificano e, identificandosi reciprocamente, formano tutti una perfetta unità. Se dunque il corpo dell'universo avesse dovuto essere piano e senza alcuno spessore, sarebbe bastato un solo medio a dare unità a se stesso e ai termini con lui congiunti: ma, poiché conveniva che il corpo dell'universo fosse solido, e poiché per porre in armonia i solidi non è mai sufficiente un solo medio, ma sempre, al tempo stesso, ce ne vogliono due, allora il dio, ponendo acqua e aria tra fuoco e terra e in rapporto proporzionale per quanto era possibile, cosicché come il fuoco stava all'aria, anche l'aria stesse all'acqua, e come l'aria all'acqua l'acqua alla terra, collegò e costituì il cielo, visibile e tangibile. E in questo modo e da questi elementi, quattro di numero, fu generato il corpo del mondo armonicamente proporzio-

nato, per cui ebbe in sé tale amicizia che per questo suo intimo collegamento da nessun'altra potenza può essere disciolto, se non da quella stessa che l'ha fatto uno.

L'ordinamento del cosmo ha in sé ciascuno di questi quattro elementi nella loro totalità, poiché l'artefice ha composto il mondo con tutto il fuoco, tutta l'acqua, tutta l'aria, tutta la terra, senza lasciar fuori parte alcuna o proprietà di qualcuno di questi elementi. E tale fu il suo criterio: in primo luogo che il tutto fosse, per quanto possibile, un vivente perfetto, costituito di parti perfette; inoltre che fosse uno, non essendo lasciata nessuna condizione da cui potesse nascere un altro essere simile, cosicché fosse anche immune da vecchiezza e da malattia, perché il dio sapeva che in un corpo composto le sostanze calde e fredde e in genere tutti gli agenti che hanno in sé notevoli energie, accerchiandolo dal di fuori ed assalendolo intempestivamente, lo dissolvono, v'introducono morbi e vecchiezza e lo fanno perire. Ecco la ragione e il criterio con cui egli ha costituito in unità questo tutto totale, perfetto e immune da vecchiezza e da malattie. E una forma gli diede, conveniente e a sé congeniale. Ora, all'essere vivente che in sé doveva raccogliere tutti i viventi, la forma che più conveniva era quella che in sé comprendesse tutte le forme possibili. Ecco perché tornì l'universo come una sfera, in forma circolare, egualmente distante in ogni parte dal centro alle estremità, che è tra tutte le figure la più perfetta e la più simile a se medesima, poiché il dio giudicò il simile infinitamente più bello del dissimile. E la superficie esterna tutta, per molte ragioni, egli fece perfettamente liscia. Anzitutto perché il mondo non aveva alcun bisogno di occhi, ché nulla,

al di fuori, c'era rimasto da vedere, né d'orecchi, ché nulla c'era rimasto da udire; né c'era aria intorno, che avesse bisogno di essere respirata. E tanto meno aveva bisogno di un qualche organo per ricevere in sé il nutrimento o per espellere ciò che non avesse assimilato, ché nulla avrebbe potuto perdere, nulla gli si sarebbe potuto aggiungere donde che fosse, poiché nulla c'era al di fuori di lui. Sì, perché il mondo è stato fatto ad arte in modo che da se medesimo si nutre, con la sua stessa corruzione, e tutto agisce e patisce in sé e per sé. L'autore suo ha infatti ritenuto che il mondo sarebbe stato migliore se fosse bastato a se stesso più che se avesse avuto bisogno d'altri. E le mani, delle quali non aveva necessità alcuna per prendere o respingere qualcosa, dio ha ritenuto di non dovergliele aggiungere inutilmente, e neppure i piedi, né ciò che in generale può servire a camminare. Al mondo egli ha dato, invece, il movimento più adeguato al suo corpo, e cioè quello tra i sette movimenti che più si avvicina all'intelligenza e al pensiero. Ecco perché, imprimendo al mondo una rotazione uniforme, nello stesso luogo, lo ha fatto muovere con moto circolare, e da esso eliminando gli altri sei movimenti lo privò dei loro errori. E, poiché per tale rotazione il mondo non aveva bisogno di piedi, il dio lo generò senza gambe né piedi.

(*Timeo*, 31 a - 34 a)

Tali, dunque, furono le ragioni che meditò il dio che sempre è intorno al dio che avrebbe dovuto essere, e fu per questo ch'egli fece un corpo liscio e uniforme, equidistante dal centro in ogni direzione, intero e perfetto, composto di corpi perfetti. E posta l'anima in mezzo a questo corpo, la diffuse per tutte le sue parti;

non solo, ma con questa stessa anima avvolse il corpo anche di fuori, e formò così un cielo circolare e che circolarmente si volge, unico, solitario, per sua stessa virtù capace di bastare a se stesso, senza avere bisogno di nulla, sufficientemente atto a conoscere ed amare se medesimo. Ed ecco le ragioni per cui egli lo generò dio felice. E quest'anima di cui ora noi cominciamo a parlare dopo il corpo, il dio invece non la plasmò dopo il corpo, ché, congiungendo l'una all'altra, non avrebbe lasciato che il più vecchio fosse governato dal più giovane. Certo, noi che in gran parte dipendiamo dal caso, è naturale che un poco a caso ora si parli. In verità il dio formò l'anima anteriormente al corpo, e la formò più antica del corpo per generazione e per virtù, cosicché l'anima governasse il corpo e il corpo obbedisse.

(*Timeo*, 34 a-c)

In tutto il nostro discorso precedente, salvo pochi accenni, abbiamo trattato soltanto di ciò che fu operato dall'*intelligenza*: occorre ora aggiungere ciò che avviene a causa della *necessità*. Effettivamente la formazione di questo mondo è mista, essendo appunto una combinazione della *necessità* e dell'*intelligenza*. L'intelligenza dominò la necessità, persuadendola a volger verso il bene la maggioranza delle cose che si generavano; e così, poiché la necessità si lasciò dominare da una savia persuasione, fu da principio costituito quest'universo.

(*Timeo*, 47 e - 48 a)

5. Platone: la geometria degli elementi.

Anzitutto è chiaro a ognuno che fuoco, terra, acqua, aria sono corpi. D'altra parte l'essenza di ciascun corpo ha anche un suo spessore, e lo spessore, a sua volta, necessariamente implica che sia limitato da superfici piane; e la superficie piana e rettilinea si compone di triangoli. Tutti i triangoli scaturiscono poi da due triangoli, ciascuno dei quali si compone di un angolo retto e due acuti: di questi triangoli l'uno ha da ciascuna parte una porzione eguale di angolo retto diviso da lati eguali, e l'altro ha due parti diseguali di angolo retto diviso da lati diseguali. Tale è il principio che noi supponiamo per il fuoco e per gli altri corpi, conformandoci necessariamente a un ragionamento verosimile, quanto a quelli che sono i principi superiori a questi li conosce solo la divinità e, tra gli uomini, chi egli ama.

Bisogna dire ora quali dovrebbero essere le proprietà dei quattro bellissimi corpi, tra loro dissimili, dei quali alcuni sono capaci, dissolvendosi, di generarsi gli uni dagli altri. Se riusciamo a scoprire questo, avremo la verità intorno all'origine della terra, del fuoco e dei corpi che proporzionatamente stanno in mezzo ad essi. Sì, perché non potremo certo essere d'accordo con chi affermi esservi corpi visibili più belli di questi, i quali formano ciascuno un genere a sé. Ci sforzeremo quindi di comporre queste quattro specie di corpi, insigni per bellezza, così da dimostrare che allora davvero ne avremo compiutamente inteso la natura.

Dei due triangoli quello isoscele ha ottenuto in sorte una sola forma, lo scaleno infinite. Noi, dunque, di que-

ste infinite forme dobbiamo scegliere la più bella se vogliamo cominciare secondo un giusto ordine, e se qualcuno potesse scoprirne e indicare una più bella ancora per la composizione di questi corpi, egli avrà vinto e non come nemico, ma come amico. Ammettiamo, dunque, che tra i moltissimi triangoli scaleni, accantonando gli altri, uno ve ne sia che è il più bello, e cioè quel triangolo che, ripetuto, forma un terzo triangolo, l'equilatero... Siano dunque il triangolo isoscele e il triangolo che ha sempre il quadrato del lato maggiore triplo del quadrato del minore i due triangoli scelti con i quali si son costituiti i corpi del fuoco e degli altri elementi. E definiamo ora in modo più preciso ciò che prima fu detto oscuramente. I quattro elementi ci erano sembrati scaturire tutti reciprocamente gli uni dagli altri, ma, in effetti, questa era una concezione inesatta. La verità è che questi quattro elementi si generano dai triangoli che abbiamo scelti, soltanto che tre di essi si formano da quello che ha i lati diseguali, mentre il quarto è formato, esso solo, dal triangolo isoscele. Ne segue dunque che non è possibile che tutti si dissolvano gli uni negli altri, cosicché un piccolo numero di corpi grandi nasca da un gran numero di piccoli corpi, e viceversa. Questo va bene soltanto per i primi tre. Naturale, perché derivando tutti da un solo triangolo, quando i più grandi si dissolvono se ne formeranno molti piccoli, di cui ciascuno assumerà la figura che più gli conviene, e quando invece un gran numero di piccoli corpi si spezzetterà in triangoli, ne scaturirà un solo numero di una sola massa, costituendo così, in sintesi, un'unica grande forma.

(*Timeo*, 53 c - 54 d)

Le specie, che attraverso il nostro ragionamento si son venute costituendo, distribuiamole in fuoco, terra, acqua e aria. E alla terra diamo la figura cubica, appunto perché tra le quattro specie la terra è la più difficile a mettersi in moto, ed è tra tutti i corpi il più plasmabile; infatti è assolutamente necessario che tale sia quel corpo che ha le basi più salde: ora, tra i triangoli che abbiamo posto in principio, è naturalmente più salda la base di quelli a lati eguali che non la base di quelli a lati diseguali, e di conseguenza la figura piana, che vien composta da ciascuna di queste due specie di triangoli, il tetragono equilatero, è necessariamente più stabile, sia nelle parti sia nel tutto, che non il triangolo equilatero. E dunque, attribuendo questa forma alla terra, ci manterremo sul piano della verosimiglianza, così come attribuendo all'acqua la forma meno mobile, la più mobile al fuoco e all'aria quella intermedia tra queste due; non soltanto, ma attribuendo al fuoco il corpo più piccolo, all'acqua il più grande e quello che sta di mezzo all'aria, e il più acuto al fuoco, uno meno acuto all'aria, meno acuto ancora all'acqua. D'altra parte, tra tutte queste figure quella che ha il minor numero di basi è naturale che abbia la proprietà di essere quanto mai mobile, perché è la più tagliente e in ogni sua parte la più acuta di tutte; ed è pure la più leggera poiché è costituita del minor numero delle medesime parti. E così la seconda di queste figure possiede in secondo grado tutte queste qualità di cui abbiamo parlato per la prima, e in terzo grado la terza. Ne segue, dunque, logicamente e verosimilmente, che la figura solida della piramide sia elemento e seme del fuoco, mentre la seconda, in ordine di generazione, diciamo essere l'elemento dell'aria, terza quello dell'acqua. Certo, tutte

queste figure devono essere concepite tanto piccole che nessuna delle singole parti di ciascuna specie, appunto per la sua piccolezza, possa essere veduta da noi, mentre, agglomerandosene molte insieme, si vedono le loro masse. Quanto poi ai rapporti matematici relativi ai loro numeri, ai loro movimenti e a tutte le altre loro proprietà, il dio, dopo avere ovunque compiuto queste cose esattamente, nella misura in cui la natura della necessità si lasciava spontaneamente persuadere, tutte le unì in proporzione e armonia.

(*Timeo*, 55 d - 56 c)

6. L'*Epinomide*: la teologia astrale e l'Oriente.

Bisogna ritenere che anche tutti i corpi celesti sono una specie di esseri viventi che, nel loro insieme, dobbiamo chiamare la divina specie degli astri: essi hanno avuto in sorte il corpo più bello, l'anima più felice e perfetta. Ad essi, penso, non possiamo attribuire che uno di questi due destini: o ciascuno è incorruttibile, immortale e per necessità assolutamente divino, o ha una vita sì lunga e così adeguata a se stesso, che nessuno d'essi potrebbe desiderarne una più piena.

Anzitutto volgiamo dunque il pensiero al fatto che, dico, questi due esseri viventi – ripetiamolo – sono entrambi visibili: l'uno, almeno in apparenza, è un tutto di fuoco, l'altro di terra, e mentre la specie terra si muove in disordine, quella ignea si muove in un completo ordine. Ora, quel che si muove senza ordine – ed è ciò che nella maggior parte dei casi fanno gli esseri viventi del nostro mondo – dev'essere ritenuto privo di ragione; quel che si muove, invece, con ordine, se-

guendo la via del cielo, proprio questo dev'essere ritenuto un gran segno della sua intelligenza: ché seguire sempre la stessa via, agire e patire sempre nel medesimo modo, è questa una prova sufficiente che tali esseri sono dotati di vita intelligente. E la necessità di un'anima che possiede intelletto è, tra tutte le necessità, quella di gran lunga più potente – essa che impone le sue leggi governando, non governata, e quando l'anima, seguendo il consiglio di un ottimo intelletto, si propone l'ottimo, nulla può farla cambiare, e la sua intenzione si realizza perfettamente secondo ragione, né lo stesso diamante potrebbe esser mai più forte e immutabile; si può dire anzi che le tre Parche presiedono e salvaguardano la perfetta esecuzione di ciò che sia stato deliberato, con la più saggia intenzione, da ciascuno degli dèi. Gli uomini dovevano, dunque, considerare come prova dell'intelligenza che anima gli astri e presiede alle loro rivoluzioni il fatto ch'essi si muovono sempre nello stesso modo, poiché ripetono, da un tempo meravigliosamente lungo, atti che furono stabiliti *ab antiquo*, onde mai essi mutano andando in su e in giù a caso, comportandosi ora in un modo ora in un altro, avendo quindi rivoluzioni erranti e mutando la propria orbita. Molti di noi, invece, hanno ritenuto che questo indicasse precisamente il contrario, e cioè che gli astri, facendo sempre i medesimi movimenti, non avessero anima: la massa ha seguito tali insensati al punto da ritenere intelligente e vivente, perché si muove, l'umano; privo d'intelligenza il divino perché si muove sempre nello stesso modo. Eppure un uomo, elevandosi a una concezione più bella, migliore, gradita, avrebbe potuto formulare la tesi che si debba riconoscere dotato d'intelligenza appunto ciò che sempre agisce secondo

le stesse regole, nello stesso modo, per gli stessi motivi, e che tale è la natura degli astri, bellissima alla vista, e che in evoluzioni e danze corali, più belle e magnifiche di tutti i cori porta a compimento ciò di cui hanno bisogno tutti gli esseri viventi. E ora, con ragione, diciamo che sono esseri animati: consideriamo anzitutto la loro grandezza. No, essi non sono, in realtà, così piccoli come appaiono, anzi ciascuno di essi ha una straordinaria massa: lo si può credere, poiché ciò si prova con adeguati argomenti; il volume del sole, infatti, possiamo correttamente rappresentarlo come superiore a quello della terra, così come grandezza meravigliosa hanno tutti gli astri che sono in movimento. Pensiamo allora come sarebbe possibile che una forza naturale imprimesse a masse così enormi il movimento circolare che ancora oggi dura in un tempo sempre identico a sé. Solo un dio, sostengo, può esserne la causa, né potrà mai avvenire altrimenti: mai essere potrebbe divenire animato, se non per opera di un dio, come abbiamo dimostrato. E poiché un dio può fare questo, a un dio è stato facilissimo in primo luogo far sì che un qualsivoglia corpo, una qualsivoglia massa avesse vita, poi imprimervi il moto ch'egli ha ritenuto il migliore. E ora potremmo fare, intorno a tutti questi corpi, un unico discorso vero: non è possibile che la terra, il cielo, tutti gli astri e le masse da essi composte non abbiano accanto o interiormente un'anima che permetta loro di compiere con tanta precisione i propri movimenti annuali, mensili, quotidiani, e di produrre per noi tutti, quanti siamo, ogni sorta di beni...

Se vogliamo dunque che il nostro discorso su tutti i fenomeni detti riesca vittorioso, e si possa essere chiaramente convinti che tutti questi esseri sono opera

divina, bisogna attribuire loro l'una o l'altra di queste due nature: o molto giustamente dobbiamo celebrare in essi proprio degli dèi, oppure immagini di divinità, simulacri foggiati dagli stessi dèi, oh no! i loro artefici non sono né pazzi né disprezzabili; ma, come abbiamo detto, non si può sfuggire all'una o all'altra di queste due tesi, e dobbiamo onorare tali simulacri più di ogni altro: né simulacri più belli mai possono apparire, né più comuni a tutti gli uomini, né collocati in luoghi sublimi, né superiori per purezza, maestà, perfezione di vita quanto questi, poiché tali, in tutto e per tutto, essi sono.

(*Epinomide*, 981 e - 984 a)

Un'antica civiltà nutrì coloro che, per primi, si accorsero di tali fenomeni, in virtù della bellezza della stagione estiva di cui godono l'Egitto e la Siria, chiaramente, e sempre, osservando tutti gli astri, ché la zona di cielo loro assegnata è sempre senza nuvole e senza piogge, ed è da quei paesi che tali osservazioni si sono poi diffuse ovunque, anche qui, dopo un'infinita serie di anni.

(*Epinomide*, 987 a)

Ecco un punto su cui bisogna che ogni Greco rifletta, e cioè che noi abitiamo un paese, la Grecia, senza dubbio il più favorevole alla perfezione della virtù; e così dobbiamo dire che del nostro paese è da lodare la circostanza che esso si trova a mezzo tra il freddo invernale e il caldo estivo. Comunque, il fatto che, rispetto al clima estivo, ci troviamo in stato d'inferiorità a paragone dei paesi orientali, ci ha permesso, come dicevamo, di prendere coscienza soltanto più tardi di questi dèi cosmici. Ad ogni modo poniamo con sicurezza che tutto

ciò che i Greci hanno potuto apprendere dai barbari, essi lo hanno portato a un punto di perfezione più compiuto; tanto più, riguardo al presente argomento, dobbiamo persuaderci che è la stessa cosa, e cioè che se è certamente difficile scoprire, senza possibilità di dubbio, tutta la verità in simile materia, non di meno è grande e bella la speranza che i Greci si prenderanno cura di tutti questi dèi in maniera realmente più bella e più giusta che non facciano le tradizioni e il culto venuti dai barbari, e questo in virtù della *paidèia* dei Greci, perché i Greci posseggono le prescrizioni dovute all'oracolo di Delfo e tutto il complesso del culto divino istituito dalle leggi. Nessuno dei Greci, quindi, si lasci prendere dal timore pensando che, nato mortale, non debba affacendarsi intorno alle cose divine: anzi, proprio dell'opposto dobbiamo convincerci, e cioè che la divinità non può essere mai irrazionale, né tanto meno ignorare la umana natura: il dio sa che, se gl'insegna, l'uomo lo seguirà e apprenderà i suoi insegnamenti.

(*Epinomide*, 987 d - 988 b)

7. Eudosso di Cnido: il sistema delle sfere concentriche.

Eudosso supponeva che il movimento del sole e della luna avvenisse in tre sfere per ciascuno. Di queste la prima era la sfera che corrisponde a quella delle stelle fisse, la seconda la sfera che si muove secondo un cerchio che taglia a metà lo zodiaco, la terza quella che si muove secondo un cerchio inclinato sul piano dello zodiaco; la sfera della luna però è inclinata di un angolo maggiore di quello che forma la sfera del sole. Ciascuno dei pianeti ha quattro sfere; di queste la prima e la

seconda sono identiche alla prima e alla seconda sfera del sole e della luna. La sfera delle stelle fisse porta con sé tutte le altre; e la sfera che è ordinata immediatamente sotto a essa, e che si muove lungo il cerchio che taglia a metà lo zodiaco, è comune per tutti i corpi celesti. I poli della terza sfera di tutti i pianeti giacciono nel cerchio che taglia a metà lo zodiaco; il movimento della quarta sfera avviene lungo un cerchio inclinato rispetto all'equatore della terza. I poli della terza sfera sono propri e distinti per ciascun pianeta, eccetto per Venere e Mercurio, che li hanno identici.

Callippo diede alle sfere la stessa posizione data da Eudosso e accettò anche il numero da lui proposto per le sfere di Giove e di Saturno, ma ritenne che, se si voleva dar conto di ciò che appariva, bisognasse aggiungere ancora due sfere per ciascuno al sole e alla luna, e una sfera per ciascuno ai restanti pianeti.

Se tutte le sfere che sono state congiunte devono dar conto delle cose che appaiono, a ciascuno dei pianeti bisogna aggiungere altre sfere, che agiscano in senso contrario, e che siano, per numero, tante quante sono le sfere precedenti meno una; esse devono essere tali che riportino alla stessa posizione la sfera più esterna dell'astro sottoposto. Solo così tutte queste cose possono produrre il movimento dei pianeti. Pertanto le sfere in cui si muovono i pianeti sono otto per i primi due, e venticinque per tutti gli altri. Di queste sfere non devono essere annullate con movimenti retrogradi soltanto quelle nelle quali si muove il più basso di tutti i corpi celesti. Le sfere che contrastano i moti dei primi due pianeti saranno sei, mentre debbono essere aggiunte sedici sfere per i restanti quattro pianeti. Perciò il nu-

mero delle sfere che portano con sé i pianeti e di quelle che devono reagire a quelle sfere sarà complessivamente di cinquantacinque. Se poi non si aggiungono al sole e alla luna i movimenti che abbiamo detto, il numero complessivo delle sfere sarà di quarantasette.

(Aristotele, *Metafisica*, XII 8. 1073 b 17 - 1074 a 15)

La terza sfera, che ha i suoi poli sul cerchio grande della seconda sfera passanti nel mezzo dei segni dello zodiaco e che si volge da sud a nord e da nord a sud, ruoterà insieme con essa intorno alla quarta sfera, che ha anch'essa il pianeta attaccato ad essa e sarà pertanto la causa del movimento del pianeta in latitudine. Ma non soltanto la terza sfera, perché, nella misura in cui esso era sulla terza sfera, il pianeta sarebbe di fatto giunto ai poli del cerchio dello zodiaco e si sarebbe avvicinato ai poli dell'universo, ma, stando così le cose, anche la quarta sfera, che ruota intorno ai poli del cerchio inclinato trasportante i pianeti e ruota in senso opposto alla quarta, cioè da est a ovest, ma nello stesso periodo, eviterà ogni divergenza considerevole dal cerchio dello zodiaco e farà sì che il pianeta descriva intorno al medesimo cerchio dello zodiaco la curva chiamata da Eudosso ippopede, sicché l'ampiezza della sua curva sarà la quantità massima della deviazione apparente del pianeta in latitudine, una teoria per la quale Eudosso è stato attaccato.

(Simplicio, *In Aristotelis de Coelo comment.*, pp. 496, 23 - 497, 5 Heiberg)

8. Aristotele: l'oggetto della fisica.

Degli enti alcuni sono per natura, altri per altre cause. Per natura sono gli animali, le loro parti, le piante e i corpi semplici, come terra, fuoco, aria e acqua (queste e altre simili sono le cose che noi diciamo essere per natura). E tutte queste cose appaiono diverse da quelle che non sussistono per natura. Ognuna di esse, infatti, ha in se stessa il principio del movimento e della quiete, alcune in relazione al luogo, altre in relazione all'accrescimento e alla diminuzione, altre in relazione all'alterazione; mentre il letto, il vestito e qualsiasi altra cosa di questo genere, in quanto hanno la denominazione propria di ognuna e nella misura in cui derivano da una tecnica, non hanno alcuna tendenza connaturata al mutamento, ma ce l'hanno solamente in quanto è per esse accidentale l'essere di pietra o di legno o una mescolanza di questi e nella misura in cui la natura è un principio e una causa del movimento e della quiete in ciò che esiste primariamente di per sé e non per accidente.

(*Fisica*, II 1. 192 b 8-23)

Poiché la natura è principio del movimento e del cambiamento e la nostra ricerca concerne la natura, non deve sfuggirci che cos'è il movimento, perché necessariamente, se si ignora questo, si ignora anche la natura... Pare che il movimento appartenga ai continui e l'infinito si manifesta in primo luogo nel continuo. Perciò anche a coloro che definiscono il continuo succede di impiegare spesso il concetto di infinito, dal momento che è continuo ciò che è divisibile all'infinito. Inoltre, senza luogo, vuoto e tempo il movimento pare impos-

sibile. È chiaro, dunque, che per queste ragioni e per il fatto che queste cose sono comuni e universali per tutti, bisogna accingersi a indagare ognuna di queste, perché la ricerca sulle proprietà particolari è posteriore a quella sulle proprietà comuni.

(*Fisica*, III 1. 200 b 12-25)

È chiaro che ci sono cause e che sono tante di numero quante diciamo che sono, in quanto il « perché » ne abbraccia tante di numero. Infatti in ultima analisi il perché si riduce o al « che cos'è », come avviene nelle cose immobili (per esempio nelle matematiche, dove in ultima analisi esso si riduce alla definizione del retto o del commensurabile o di qualche altra cosa), oppure al primo movente (per esempio, « perché combatterono? » « perché erano stati saccheggiati »), oppure al fine (« per dominare »), oppure alla materia, come avviene nelle cose che si generano.

Che le cause, dunque, siano queste e tante di numero è chiaro, ma poiché le cause sono quattro, è compito del fisico conoscerle tutte e fornire il perché, nell'ambito della fisica, riconducendolo a tutte, alla materia, alla forma, al movente, al fine. Ma spesso tre di queste si riportano a una sola: infatti il che cos'è e il fine sono una cosa sola e ciò che per primo dà origine al movimento è identico nella forma a questi (l'uomo, infatti, genera l'uomo). E in generale ciò avviene per tutte le cose che, mosse, muovono a loro volta, mentre quelle che non sono tali non sono oggetto della fisica, perché esse muovono non in quanto abbiano in sé il movimento o il principio del movimento, ma in quanto sono immobili. Pertanto sono tre le indagini: una sulle cose immobili, una su quelle mosse ma incor-

ruttibili, e la terza sulle cose corruttibili. Di conseguenza il fisico fornisce il perché riconducendolo alla materia, al « che cos'è » e al primo movente. Infatti, a proposito della generazione, è soprattutto questo il modo in cui ricercano le cause: che cosa si genera e in seguito a che cosa e che cosa per prima la produsse o che cosa subì, e così sempre di seguito. Ma duplici sono i principi del movimento in ambito naturale e uno di essi non è oggetto della fisica, perché non ha in sé il principio del movimento. Tale è ciò che muove senza essere mosso, come il compiutamente immobile, il primo di tutto, il « che cos'è » e la forma di tutto. Infatti esso è fine e causa finale, cosicché, essendo la natura in vista di un fine, bisogna conoscere anche questo e fornire il perché in modo integrale, cioè che da questo deriva necessariamente questo (e deriva da questo o assolutamente o per lo più) e in base ad esso doveva derivare (come dalle premesse la conclusione) e che questo era la sostanza e perché era meglio così, non in assoluto, ma in rapporto alla sostanza di ciascuna cosa.

(*Fisica*, II 7. 198 a 14 - b 9)

9. Aristotele: i corpi celesti e il movimento.

Tutti i corpi e le grandezze naturali sono per se stessi mobili secondo il luogo; diciamo infatti che la natura è principio di movimento in essi. Il movimento locale, che è quello che noi chiamiamo « traslazione », è sempre o rettilineo, o circolare, o misto di questi due: perché semplici sono questi due soli. E la ragione è che ci sono anche due sole grandezze semplici, la linea retta e quella circolare. Circolare è il movimento intorno al

centro, rettilineo quello verso l'alto e il basso. Verso l'alto dico poi il movimento che si allontana dal centro, verso il basso quello in direzione del centro. Ne consegue che ogni movimento semplice è di necessità o dal centro, o verso il centro, o intorno al centro... Ora, poiché i corpi sono o semplici, o composti di semplici – dico semplici quelli in cui il principio del movimento è inerente alla loro stessa natura, come il fuoco e la terra, e le loro specie, e i loro congeneri – anche i movimenti saranno di necessità o semplici o comunque composti, semplici quelli dei corpi semplici, composti quelli dei corpi composti; questi ultimi poi si muovono secondo la parte che prevale.

Se dunque esiste un movimento semplice, e se il movimento circolare è semplice, e il movimento dei corpi semplici è semplice, e il movimento semplice è proprio dei corpi semplici – ma anche se il movimento è di un corpo composto, sarà secondo la parte che prevale – ne deriva che deve necessariamente esistere un corpo semplice che in virtù della sua natura abbia in proprio di muoversi di movimento circolare; e infatti, soltanto per effetto di una costrizione si ammette che un corpo segua il movimento di un altro, e da esso diverso, ma secondo natura questo è impossibile, se è vero che per ogni corpo semplice non c'è che un solo movimento naturale...

Ma un movimento siffatto sarà di necessità anche primo: il perfetto viene infatti per natura prima dell'imperfetto, e il circolo appartiene al numero delle cose perfette, mentre una linea retta non è mai perfetta: non la linea infinita – giacché avrebbe limite e fine – e neppure alcuna delle linee finite – per tutte infatti c'è qualcosa al di fuori del loro limite, dato che qualun-

que di esse si prenda, può venir prolungata. Cosicché, se il movimento primo è proprio di un corpo per natura primo, e se il movimento circolare è primo rispetto a quello rettilineo, e quello rettilineo è proprio dei corpi semplici – infatti così il fuoco come i corpi formati di terra si muovono in linea retta, il primo verso l'alto, gli altri verso il basso e in direzione del centro – avremo necessariamente che anche il movimento circolare sarà proprio di qualche corpo semplice; perché il movimento dei corpi composti, come abbiamo detto, è a seconda della parte che prevale nella mescolanza di quelli semplici.

Da tutto questo risulta evidente che c'è per natura un'altra sostanza corporea oltre alle formazioni a noi note quaggiù, più divina e anteriore ad esse tutte, e questo anche ove si assuma ancora che ogni movimento è o secondo natura o contro natura, e che quello che è contro natura per l'uno è secondo natura per l'altro, come accade per il movimento verso l'alto e quello verso il basso: questi infatti sono contro natura e secondo natura, l'uno per il fuoco, l'altro per la terra. Cosicché anche il movimento circolare, essendo per questi contro natura, sarà di necessità secondo natura per qualche altro corpo. Inoltre, se il movimento circolare è secondo natura per qualche corpo, è chiaro che tra i corpi semplici e primi deve esservene uno che abbia questo di proprio, che come il fuoco si muove verso l'alto e la terra verso il basso, esso secondo natura si muova di movimento circolare. Se invece è contro natura che si muovono lungo la loro orbita i corpi che hanno movimento circolare, fa meraviglia ed è del tutto contro ragione che soltanto questo movimento, mentre è contro natura, sia continuo ed eterno; vediamo infatti

che in tutti gli altri casi ciò che è contro natura è più rapidamente soggetto a corrompersi. Cosicché, se è il fuoco, come dicono alcuni, il corpo che così si muove, questo movimento sarà per esso non meno contro natura del movimento verso il basso; vediamo infatti che il movimento proprio del fuoco è quello che parte dal centro e segue la linea retta. E però, traendo le conseguenze di tutto questo, non si potrà fare a meno di convincersi che oltre ai corpi che si trovano quaggiù e intorno a noi ce n'è un altro, separato, la cui natura ha tanto più pregio quanto più esso è lontano dai corpi di quaggiù.

(*De coelo*, I 2. 268 b 15 - 269 b 17)

Sia dunque « pesante » ciò che per natura è portato verso il centro, « leggero » ciò che è portato in direzione opposta al centro, « più pesante di tutto » ciò che sta sotto a tutti i corpi portati verso il basso, « più leggero di tutto » ciò che si mantiene al sommo rispetto a tutti quelli che son portati verso l'alto. È necessario in verità che tutto ciò che si muove verso il basso o verso l'alto abbia o leggerezza o peso, o l'uno e l'altra insieme, non però in rapporto al medesimo termine; è infatti nel rapporto reciproco che questi corpi sono pesanti e leggeri, come per esempio l'aria rispetto all'acqua e l'acqua rispetto alla terra. Invece il corpo che si muove circolarmente è impossibile che abbia peso o leggerezza, perché né secondo natura né contro natura si ammette che esso possa muoversi o verso il centro o in direzione opposta al centro. Secondo natura, infatti, esso non può avere il movimento rettilineo: uno solo era difatti il movimento naturale di ciascuno dei corpi semplici, di modo che, ove s'ammetta questo, esso verrà

a identificarsi con uno dei corpi che si muovono dei moti suddetti. Posto invece che si muova contro natura, se per esso è contro natura il movimento verso il basso, sarà secondo natura quello verso l'alto, e se è contro natura quello verso l'alto, sarà secondo natura quello verso il basso. Si era posto infatti che di due contrari, quando l'uno è contro natura, l'altro è secondo natura.

Ora, poiché è nella stessa direzione che si muovono secondo natura il tutto e la parte, per esempio tutta la terra e una piccola zolla, ne consegue in primo luogo che il corpo circolare non ha né leggerezza né peso – nel caso contrario potrebbe muoversi secondo la sua propria natura o verso il centro o in direzione opposta al centro – e in secondo luogo che è impossibile che si muova di movimento locale verso l'alto, oppure trascinato verso il basso; né infatti secondo natura è possibile che esso si muova di un altro movimento, né contro natura, né esso né alcuna delle sue parti; la medesima ragione vale infatti così per il tutto come per la parte.

Analogamente, è conforme a ragione concepire questo corpo anche come ingenerato, incorruttibile e non soggetto ad accrescimento o alterazione, perché tutto ciò che diviene, diviene movendo da un contrario e da un sostrato, e parimenti si corrompe sulla base di un sostrato e sotto l'azione di un contrario e passando a un contrario...; ma dei contrari anche i movimenti sono contrari. Ma se non è possibile che questo corpo abbia un contrario, in quanto è escluso anche che vi possa essere un movimento contrario alla traslazione circolare, a ragione la natura sembra aver escluso dal numero dei contrari ciò che doveva essere ingenerato

e incorruttibile; è nei contrari infatti che generazione e corruzione hanno luogo...

Che il corpo primo dunque è eterno, non si accresce e non diminuisce, e non è soggetto a invecchiamento, alterazione o ad altre affezioni, se uno presta fede alle premesse, risulta evidente da quanto ora esposto. E si può dire che, come il discorso che abbiamo fatto testimonia in favore dei fenomeni, così i fenomeni depongono a favore del nostro discorso; perché tutti gli uomini hanno qualche concetto degli dèi e, siano barbari o Greci, quanti ritengono che vi siano degli dèi assegnano al divino la regione superiore, e questo evidentemente perché pensano che l'immortale debba andar congiunto con l'immortale; e non potrebbe essere altrimenti.

(*De coelo*, I 3. 269 b 23 - 270 b 9)

10. Aristotele: geocentrismo, unicità e finitudine del mondo.

Se ogni corpo sensibile ha potenza di agire o di patire, o l'una e l'altra insieme, è impossibile che un corpo infinito sia sensibile. Ma tutti i corpi che occupano un luogo sono sensibili. Non c'è quindi nessun corpo infinito fuori del cielo; e neppure un corpo esteso fino a un certo limite. In assoluto, quindi, non c'è nessun corpo fuori del cielo; giacché se questo corpo si considera intelligibile, sarà in un luogo; « fuori » e « dentro » infatti designano il luogo. Esso sarà quindi sensibile. *Ma non c'è nessun corpo sensibile* fuori del cielo *che non sia in un luogo.*

Con più valide ragioni dialettiche, si può affrontare

la questione anche in questo modo: se è omeomero, l'infinito non può muoversi in circolo; non esiste infatti un centro dell'infinito, ma quanto ha movimento circolare si muove intorno a un centro. Ma neppure è possibile che si muova in linea retta: ci vorrà infatti un altro luogo altrettanto grande, e infinito, nel quale esso si porti nel suo movimento secondo natura, e un altro ancora, di eguali dimensioni, verso il quale si porti contro natura.

Ancora: sia che abbia per natura il movimento rettilineo, sia che questo movimento sia per costrizione, in entrambi i casi bisognerà che la forza motrice sia infinita. Una forza infinita infatti è sempre di un infinito, e l'infinito ha sempre forza infinita; cosicché anche il motore verrà a essere infinito – e nei trattati sul movimento s'è detto che nessun ente finito può avere potenza infinita, e nessun ente infinito potenza finita. Se dunque è possibile che ciò che si muove secondo natura si muova contro natura, verranno a esserci due infiniti, il motore e il mosso.

E poi, che cosa sarà a muovere l'infinito? Se si muoverà da se stesso, sarà animato; ma com'è possibile che vi sia un vivente infinito? Se il motore è un altro, avremo che vi saranno due infiniti, il motore e il mosso, diversi tra loro per forma e per potenza.

(*De coelo*, I 7. 275 b 5-29)

Ma che il cielo sia per necessità uno solo, può farsi manifesto anche conducendo l'indagine nel modo che segue. Se infatti gli elementi corporei sono tre, saranno tre anche i luoghi propri di questi elementi; uno sarà quello dell'elemento che resta al di sotto di tutti, ed è il luogo sito intorno al centro, secondo sarà quello

del corpo che si muove circolarmente, ed è l'estremo, terzo sarà infine il luogo intermedio tra questi due, ed è quello del corpo che sta nel mezzo. È in questo, infatti, che si trova necessariamente il corpo che sta al sommo di tutti gli altri; perché se non fosse in questo, dovrebbe essere fuori del cielo, ma che sia fuori è impossibile. Infatti dei due corpi l'uno è senza peso, l'altro ha peso, ma il luogo inferiore è quello del corpo che ha peso, se è vero che il luogo prossimo al centro è proprio del corpo pesante. E non potrà essere fuori del cielo neppure contro natura, perché questo luogo esterno dovrebbe essere secondo natura per qualche altro corpo, ma s'è visto che non ci sono altri corpi. È necessario dunque che si trovi nel luogo intermedio... Riguardo agli elementi che costituiscono i corpi, è chiaro da quanto esposto quali e quanti siano, quale il luogo proprio a ciascuno, e infine quanti in assoluto siano numericamente i luoghi.

(*De coelo*, I 8. 277 b 12-26)

Il centro della terra e quello del tutto si trovano a coincidere: i corpi gravi si muovono infatti anche verso il centro della terra, ma per accidente, in quanto ha il suo centro nel centro del tutto. E che si muovano anche verso il centro della terra, è prova il fatto che i corpi pesanti i quali gravitano verso di essa non cadono parallelamente, ma secondo angoli eguali, di modo che essi vengono a gravitare verso un unico centro, che è il centro della terra.

È chiaro dunque che la terra si trova necessariamente posta al centro, ed è immobile, e non soltanto per le ragioni già esposte, ma anche perché i corpi gravi scagliati a forza verso l'alto ricadono perpendicolarmente

nello stesso punto, e questo anche se la forza che li scaglia li proiettasse all'infinito.

Che dunque la terra non si muova, e non sia posta al di fuori del centro del tutto, risulta evidente da tutto questo; inoltre, da quel che abbiamo detto si fa anche manifesta la causa della sua quiete. Se è per natura che essa ha la proprietà di muoversi da ogni parte verso il centro, come noi constatiamo, e il fuoco viceversa dal centro verso l'estremo, abbiamo che è impossibile che una qualsiasi parte di essa si muova allontanandosi dal centro, se non sotto l'azione di una forza esterna; infatti un solo moto è dato a ciascun corpo, e semplice se il corpo è semplice, e lo stesso corpo, non può avere due movimenti contrari; ma quello che si allontana dal centro è contrario a quello che va in direzione del centro. Se pertanto è impossibile che una qualsiasi parte della terra si muova allontanandosi dal centro, è chiaro che sarà ancora a maggior ragione impossibile che lo faccia la terra tutta intera, giacché, ove è secondo natura portata a dirigersi la parte, ivi è portato anche il tutto. Cosicché, se è impossibile che essa si muova senza l'intervento di una forza che prevalga, ne consegue che è necessario che essa rimanga ferma al centro. E una prova a sostegno di questo ce la dànno anche le enunciazioni dei matematici in materia astronomica: i fenomeni che noi osserviamo nei cambiamenti di posizione delle figure da cui è determinata la disposizione degli astri, si verificano infatti in accordo con l'ipotesi che la terra posa nel centro dell'universo.

Per quanto riguarda dunque il luogo, e la quiete e il moto, quali essi siano, basti in relazione alla terra quanto si è detto. Quanto poi alla forma, diremo che questa è necessariamente sferica: ciascuna delle sue

parti infatti ha peso finché non sia giunta al centro, e le parti più piccole, spinte da quelle più grandi, non possono formare delle ondulazioni, ma si comprimono invece e si stringono insieme l'una con l'altra finché non siano giunte nel centro.

(*De coelo*, II 14. 296 b 15 - 297 a 12)

11. Aristotele: finalismo e teologia.

Gli antichi assegnarono il cielo e la regione superiore agli dèi, ritenendo che ciò solo fosse immortale; e il discorso che facciamo ora attesta anch'esso che il cielo è incorruttibile e ingenerato, non soggetto ad alcuna delle difficoltà proprie di ciò che ha natura mortale, e inoltre sottratto a ogni fatica, perché non ha bisogno dell'azione violenta di una necessità esterna che lo costringa, impedendogli di muoversi di un movimento diverso, al quale esso fosse portato per la propria natura. Giacché tutto ciò che si trova in una condizione simile è soggetto a fatica, tanto più quanto più è eterno, e non è partecipe della condizione migliore. Perciò non si deve immaginare il suo stato secondo il mito narrato dagli antichi, i quali dicono che esso ha bisogno di un Atlante per la propria conservazione; si direbbe infatti che coloro che idearono questo mito abbiano avuto la stessa concezione di quelli venuti in seguito: perché, quasi che tutti i corpi situati nella regione superiore avessero peso e fossero della stessa natura della terra, essi imposero in forma mitica al cielo una « necessità animata ». Non è dunque in questo modo che dev'essere concepito il cielo, né si deve ritenere che sia in virtù del « vortice », per opera del quale

esso raggiungerebbe un movimento più veloce di quello dato dalla sua stessa inclinazione, che esso si conserva per tanto tempo ancora, come dice Empedocle.

Ma non è nemmeno conforme a ragione che esso permanga eterno per opera di un'anima che lo costringe: perché per quest'anima una vita siffatta non potrebbe essere senza dolore e beata; è necessario infatti che il suo movimento, esercitando una costrizione – se è vero che, mentre il corpo primo sarebbe per sua natura portato a seguire un altro movimento, essa lo fa muovere ininterrottamente del proprio movimento – venga a essere in continua attività, e perciò essa sarà priva di ogni « quiete cosciente », se non le è concesso neppure, come all'anima dei viventi mortali, il riposo portato dal rilassamento del corpo che ha luogo nel sonno, ma invece essa sarà necessariamente sottomessa ad un fato simile a quello d'Issione, eterno e che non può mai aver fine.

Se dunque, come abbiamo detto, si ammette che la condizione della prima sfera possa essere come quella esposta, non soltanto è più appropriato concepirla così agli effetti della sua eternità, ma anche perché soltanto in questo modo noi potremo professare delle teorie che si accordino con quanto la scienza oracolare ci dice sul divino.

(*De coelo*, II 1. 284 a 12 - b 5)

Il bene è via via maggiore quanto più ci si avvicina al bene supremo. È per questa ragione che la terra non si muove affatto, e gli astri ad essa vicini hanno pochi movimenti; questi non possono infatti raggiungere il fine ultimo, ma soltanto arrivare fino ad aver parte del principio che nella sua divinità è supremo. Il primo

cielo, invece, lo raggiunge direttamente, e in virtù di un solo movimento. I corpi poi che si trovano a mezzo tra il primo cielo e le ultime sfere vi giungono, ma vi giungono attraverso molteplici movimenti.

Quanto all'altra aporia, consistente nel fatto che nella prima sfera, malgrado sia una sola, si trova radunato un gran numero di astri, mentre gli altri astri possiedono ciascuno movimenti propri, vi è un primo motivo per cui si deve ritenere che questo avvenga in modo conforme a ragione. Bisogna considerare infatti che, relativamente alla vita e al principio che governa le singole sfere, c'è una grande superiorità della prima sfera sulle altre, e questa superiorità ha luogo conformemente a una precisa ragione. La prima sfera infatti, essendo una, muove molti corpi divini; le altre, essendo molte, ne muovono uno solo ciascuna; ciascuno dei pianeti infatti si muove di movimenti molteplici.

(*De coelo*, II 12. 292 b 18 - 293 a 2)

Il principio e il primo degli esseri è immobile, di per sé e per accidente, ed è quello che mette in moto il primo movimento, eterno e unico. Ciò che è mosso deve essere necessariamente mosso da qualche cosa, il primo motore deve essere immobile di per sé, il movimento eterno deve essere mosso da qualcosa di eterno, un movimento unico deve essere mosso da un unico motore. Ma vediamo che, oltre al movimento locale e semplice del tutto, che diciamo essere messo in moto dalla sostanza prima e immobile, ci sono altri movimenti locali, che sono anch'essi eterni, come quelli dei pianeti; e infatti il corpo che si muove circolarmente è eterno e sempre in moto... È necessario, dunque, che anche ciascuno di questi movimenti sia prodotto da una

sostanza immobile di per sé e eterna. Infatti gli astri, che sono una specie particolare di sostanze, hanno natura eterna, e il motore è eterno e viene prima di ciò che è mosso, e ciò che viene prima di una sostanza è necessariamente anch'esso una sostanza. È evidente che, per la causa che abbiamo detto prima, è necessario che ci siano tante sostanze quanti sono i movimenti e che esse siano eterne per natura, immobili di per sé e senza grandezza.

Che si tratti di sostanze, che una sia prima e l'altra seconda, con lo stesso ordine che è proprio dei movimenti degli astri, è evidente. Il numero di questi movimenti deve ora essere ricavato da quella delle scienze matematiche che è più filosofica, cioè dall'astronomia. Questa considera sostanze che sono sì sensibili, ma eterne, mentre le altre scienze matematiche, come la scienza che si occupa dei numeri e la geometria, non considerano affatto sostanze. Che i movimenti siano più numerosi dei corpi in movimento, è evidente anche per coloro che si sono occupati moderatamente di questo argomento, perché ciascuno dei pianeti si muove di più di un movimento. Quanto al loro numero, incominciamo con l'esporre a scopo informativo le cose che hanno detto alcuni dei matematici, per arrivare a fissare un numero che possa essere colto con il pensiero. Quanto al resto ci sono cose che dobbiamo cercare noi stessi, e altre delle quali dobbiamo informarci presso chi le studia. Se poi risulta che, oltre alle cose che ora noi sosteniamo, questi ricercatori ne dicono altre, bisogna accogliere benevolmente le nostre tesi e le loro, ma seguire solo le più rigorose.

(*Metafisica*, XII 8. 1073 a 23 - b 17)

12. Eraclide Pontico: rotazione della terra e movimento dei pianeti.

Aristotele ritiene necessario render conto dell'ipotesi che le stelle e il cielo intero sono in quiete – benché possa sembrare impossibile render conto del loro apparente mutamento di posizione se si assume che entrambi sono in quiete – per il fatto che ci furono alcuni, come Eraclide Pontico e Aristarco, i quali supposero che i fenomeni potevano essere salvati se il cielo e le stelle sono in quiete, mentre la terra muove intorno ai poli del circolo equinoziale da ovest ad est, completando ogni giorno una rivoluzione approssimativamente – e l'aggiunta dell'«approssimativamente» è dovuta al fatto del movimento diurno del sole fino all'estensione di un grado. Infatti, se la terra non si muovesse affatto, come Aristotele mostrerà in seguito che è, benché egli qui assuma, a scopo argomentativo, che si muove, sarebbe impossibile che i fenomeni fossero salvati sulla base dell'assunzione che il cielo e le stelle sono in quiete.

(Simplicio, *In Aristotelis De coelo comment.*, p. 444, 31 - 445, 5 = Eraclide fr. 108)

Eraclide Pontico, descrivendo il cerchio di Lucifero come quello del sole e dando ai due circoli un solo centro e un solo mezzo, mostrò come Lucifero è talvolta sopra e talvolta sotto il sole. Infatti egli afferma che la posizione del sole, della luna, di Lucifero e di tutti i pianeti, qualunque essa sia, è definita da una linea che passa dal centro della terra a quello del corpo celeste in questione. Ci sarà, dunque, una linea retta condotta dal centro della terra la quale mostra la posi-

zione del sole e ci saranno, allo stesso modo, altre due linee rette, rispettivamente a destra e a sinistra di esso e distanti cinquanta gradi da esso e cento una dall'altra, delle quali la linea più vicina all'est mostra la posizione di Lucifero o la Stella del mattino quando è più lontana dal sole e vicina alle regioni orientali, una posizione in virtù della quale riceve il nome di Stella della sera, perché appare a oriente alla sera dopo il tramonto del sole.

(Calcidio, *In Timaeum comment.*, 110 = Eraclide fr. 109)

IV/ L'IMMAGINE DEL VIVENTE

I fenomeni biologici, dall'embriologia ai problemi della respirazione, non rimasero estranei all'attenzione dei Presocratici. In Anassimandro si trovano addirittura cenni a un'origine dell'uomo dai pesci. Ma soprattutto Alcmeone di Crotone, che per alcuni interpreti apparterrebbe alla corrente pitagorica, ebbe un ruolo decisivo per gli sviluppi della medicina nel secolo V, mediante la sua teoria della malattia e della salute e l'individuazione del centro dell'intelligenza nel cervello. E decisiva per altri aspetti fu la concezione della mescolanza (« crasi ») degli elementi che si ritrova in Empedocle di Agrigento, come la concezione della funzione primaria dell'aria sostenuta da Diogene di Apollonia.

Tutti questi filoni confluiscono e ricevono articolazioni e sviluppi nella medicina ippocratica. Di Ippocrate di Cos si hanno scarse notizie: vissuto nella seconda metà del secolo V, diventò presto una figura quasi leggendaria (intervento nella peste di Atene, rapporti con Democrito ecc.). Sotto il suo nome è stata conservata una raccolta di scritti, detta *Corpus hippocraticum*, forse già a partire dall'età alessandrina. Si tratta, in realtà, di opere di autori diversi, di epoche diverse (dei secoli V-IV, e anche di epoca ellenistica), e di scuole diverse; per esempio alcune paiono riflettere l'impostazione di una scuola di medicina distinta da quella di Cos, la scuola di Cnido, interessata – pare – più al rilevamento della molteplicità dei casi individuali che alla costruzione di generalizzazioni e quadri teorici. Tra gli scritti del *Corpus*, i più importanti metodologicamente appartengono con una certa probabilità agli ultimi decenni del secolo V: alcuni si rivolgono a un pubblico di specialisti, come il *Prognostico*, *Epidemie I* e *III* e *Le arie, le*

acque e i luoghi (quest'ultimo espressamente indirizzato ai medici vaganti, non residenti stabilmente in una città), mentre altri hanno per obiettivo un pubblico più ampio: tale è soprattutto *La medicina antica.*

Tracce della letteratura medica si trovano in dialoghi giovanili di Platone, ma è soprattutto nel *Fedro* – dialogo composto posteriormente alla *Repubblica* – e successivamente nel *Sofista* e nel *Politico*, che Platone si volge alla medicina per ricavarne indicazioni essenziali di metodo. Nel *Timeo*, uno degli ultimi dialoghi da lui composti, dal metodo Platone passa a fornire la sua immagine del vivente, del corpo e delle malattie. In quest'ultimo dialogo l'influenza preponderante pare quella di un altro medico, Filistione di Locri, incontrato probabilmente da Platone a Siracusa, il quale si richiamava alla teoria empedoclea dei quattro elementi.

L'applicazione del metodo dicotomico proprio della dialettica platonica al mondo vivente fu proseguita da Speusippo, nipote di Platone e suo successore alla direzione dell'Accademia tra il 347 e il 339 a.C., in un'opera intitolata *Somiglianze*, che è andata perduta. E i problemi della costruzione di un sistema classificatorio sono primari anche per Aristotele, il quale nelle *Ricerche sugli animali* tenta di cogliere le differenze tra gli animali a livello non solo biologico, ma anche ecologico ed etologico. A tale scopo Aristotele non disdegna di accompagnare il metodo dicotomico con osservazioni empiriche personali e informazioni assunte da tecnici competenti. In quest'opera la natura appare come una linea continua che va dal meno complesso al più complesso secondo differenze minime. In un'opera successiva, *Le parti degli animali*, il metodo dicotomico è invece fortemente criticato: Aristotele ha ormai individuato altri concetti-chiave per la spiegazione e la classificazione dei fenomeni biologici: sostanza, causa, forma, funzione, fine. Sulla linea aristotelica, per quanto concerne le ricerche botaniche, si colloca il suo allievo e successore alla direzione del Liceo, Teofrasto di Ereso, autore di due opere che ci sono conservate, le *Ricerche sulle piante* e *Le cause delle piante*.

1. I Presocratici: analogia, esperimento, osservazione.

Alcmeone sostiene che la condizione della salute è l'eguaglianza di diritti (*isonomia*) delle varie proprietà, umido, secco, freddo, caldo, amaro, dolce ecc., mentre il predominio di una sola (*monarchia*) in esse produce la malattia, perché il predominio di una o dell'altra è produttore di rovina. E la malattia sopravviene, per quanto riguarda la causa, dall'eccesso di caldo o di freddo, per quanto riguarda l'origine, dalla quantità o mancanza di cibo, per quel che riguarda la localizzazione nel sangue o nel midollo o nel cervello. Si originano a volte anche da cause esterne, acque o ambiente o fatiche o costrizioni o cose simili. La salute è la misurata mescolanza delle qualità.

(Alcmeone = DK 24 B 4)

Così inspirano ed espirano tutti i viventi: tutti hanno condotti di carne privi di sangue che si distendono lungo la superficie del corpo e ai loro piccoli orifizi le estremità dei condotti sono attraversate da fitte fessure da parte a parte, sicché tengono racchiuso il sangue, ma all'aria è aperta una via agevole attraverso i passaggi. Di qui, dopo che il sangue leggero si è abbassato, l'aria ribollendo si slancia con fiotto impetuoso; quando, invece, il sangue risale, espira di nuovo, come quando una ragazza, giocando con una clessidra di bronzo ben lavorato, finché essa, ponendo la sua bella mano sull'apertura del tubo, l'immerge nel corpo delicato dell'acqua argentea, nemmeno una goccia d'acqua entra nel recipiente, ma dall'interno la respinge la massa di aria che piomba sulle fitte aperture, finché essa non scopre l'accesso alla corrente compatta: allora, venendo

a mancare l'aria, si introduce l'acqua destinata. Così nuovamente, quando l'acqua s'impadronisce del fondo del vaso di bronzo, essendo coperto il passaggio e il cammino da un membro umano, l'aria, desiderando dall'esterno entrare, trattiene l'acqua intorno alle porte del condotto dal cupo rimbombo, occupandone le estremità finché, liberata dalla mano, allora nuovamente, al contrario di prima, piombando dentro l'aria, l'acqua destinata ne scorre fuori. Così a sua volta il sangue leggero gorgogliando attraverso le membra, quando retrocedendo si slancia verso l'interno, subito la corrente dell'aria vi discende con onda impetuosa, finché non risalga il sangue e nuovamente espira dall'interno un'eguale quantità di aria.

(Empedocle = DK 31 B 100)

Questo è l'assetto delle vene nell'uomo. Due sono le maggiori: esse attraversano l'addome lungo la spina dorsale, una a destra, l'altra a sinistra, ciascuna in direzione della gamba corrispondente, e verso l'alto in direzione della testa, lungo le clavicole e attraverso la gola. Da esse, si diramano vene per tutto il corpo, da quella di destra nella parte destra, da quella di sinistra nella parte sinistra; le due maggiori vanno al cuore passando vicinissimo alla spina dorsale, altre leggermente più in alto, passando attraverso il petto e sotto le ascelle, giungono alle rispettive mani. L'una si chiama splenica, l'altra epatica. Si biforca poi l'estremità di ciascuna, e da una parte va al pollice, dall'altra al palmo; e da esse vene sottili e assai ramificate giungono al resto della mano e alle altre dita.

Altre vene più sottili si dipartono da quelle prima citate, e si dirigono, quella proveniente da destra verso

il fegato, quella da sinistra verso la milza e i reni. Quelle poi che vanno alle gambe si diramano presso il punto d'attacco di queste al tronco, e si estendono per tutta la coscia. La maggiore di esse giunge alla parte posteriore della coscia, ed è visibilmente grossa; l'altra che va all'interno della coscia è un po' meno grossa di quella. Poi, passando presso il ginocchio, si dirigono verso la gamba e il piede al modo stesso di quelle che vanno alle mani. Raggiunto il palmo del piede, di qui si diramano verso le dita. Dalle vene principali si diramano anche molte sottili vene verso lo stomaco e verso le costole.

Quelle poi che vanno alla testa attraverso la gola appaiono grandi nel collo: dal punto terminale di ognuna di esse se ne diramano molte in direzione della testa, quelle provenienti da destra verso la parte sinistra, quelle provenienti da sinistra verso la parte destra; e terminano entrambe presso gli orecchi.

C'è poi un'altra vena nella nuca da entrambi i lati di quella grande, e un poco minore di essa, alla quale confluiscono la maggior parte delle vene provenienti dalla testa; questa coppia di vene attraversa la gola all'interno, e da ognuna di esse altre se ne dipartono sotto le scapole e in direzione delle mani. Si manifestano presso la splenica e l'epatica altre vene, un poco più piccole, che vengono incise quando c'è qualche dolore ipodermico (se il dolore è all'addome, s'incidono la splenica e l'epatica). Altre poi che si dipartono da queste passano anche sotto le mammelle. Altre ancora ce n'è, sottili, che originandosi da entrambe giungono, attraverso il midollo spinale, ai testicoli; e altre che passando sotto la pelle e attraverso la carne arrivano ai reni e terminano, per gli uomini ai testi-

coli, per le donne all'utero. Le vene che provengono dall'addome sono inizialmente più larghe, poi si fanno più sottili, finché mutano posizione passando da destra a sinistra e da sinistra a destra. Queste son dette spermatiche.

La parte più densa del sangue è assorbita dalle parti carnose, ma una volta superatele e giunto ai luoghi ora indicati, esso si fa rado, caldo e schiumoso.

(Diogene di Apollonia = DK 64 B 6)

2. Ippocrate: contro la medicina magica.

Circa il male cosiddetto sacro questa è la realtà.

Per nulla – mi sembra – è più divino delle altre malattie o più sacro, ma ha struttura naturale e cause razionali: gli uomini tuttavia lo ritennero in qualche modo opera divina per inesperienza e stupore, giacché per nessun verso somiglia alle altre. E tale carattere divino viene confermato per la difficoltà che essi hanno a comprenderlo, mentre poi risulta negato per la facilità del metodo terapeutico col quale curano, poiché è con purificazioni e incantesimi che essi curano. Ma se per quanto ha di meraviglioso questo male è ritenuto divino, molte allora saranno le malattie sacre e non una soltanto, ché io ne mostrerò altre che non sono meno meravigliose né straordinarie, e che pure nessuno ritiene essere divine. Così le febbri – e quotidiane e terzane e quartane – per niente mi sembrano essere meno sacre e generate da un dio di questo morbo, eppure non incutono stupore; e ancora vedo uomini impazziti e in preda al delirio senza alcuna causa manifesta, che si abbandonano a vari gesti inconsulti; e so

di molti che nel sonno gemono e urlano, questi si sentono soffocare, quelli perfino balzano dal letto e fuggono via finché siano destati, e poi tornano normali e assennati proprio come prima – ma ne restano pallidi e deboli –, e tutto ciò non una volta soltanto, ma spesso...

In verità io ritengo che i primi a conferire un carattere sacro a questa malattia siano stati uomini quali ancor oggi ve ne sono, maghi e purificatori e ciarlatani e impostori, tutti che pretendono d'essere estremamente devoti e di veder più lontano. Costoro, dunque, presero il divino a riparo e pretesto della propria sprovvedutezza – giacché non sapevano con quale terapia potessero dar giovamento – e affinché la propria totale ignoranza non fosse manifesta, asserirono che questo male era sacro. E raccontando appropriati discorsi stabilirono una cura rivolta alla propria stessa sicurezza; distribuivano purificazioni e incantesimi, ingiungevano di astenersi dai bagni e da molti cibi che non è opportuno i malati mangino..., e vietarono di portare abiti neri (giacché il nero è segno mortale) e di giacere su pelli di capra o di indossarle, e ancora di porre un piede su un piede o una mano su una mano (tutti questi infatti sono impedimenti).

Questo hanno dunque prescritto a causa dell'origine divina del male, quasi vedessero più a fondo, ed esponendo altri motivi, cosicché, quando il malato guarisca, loro sia la fama di destrezza, e quando invece muoia, abbiano pronte e sicure discolpe, adducendo quasi causa razionale che non essi, ma gli dèi ne sono responsabili: e chi potrebbe ritenere essi responsabili, se non hanno fatto mangiare né bere alcun farmaco, né hanno ordinato dei bagni?...

Ammesso comunque che il mangiare e il somministrare queste cose generi il male e lo accresca, e il non mangiarle lo curi, non ne è più il dio la causa, né le purificazioni la cura, ma sono i cibi che giovano o nuocciono, e svanisce così l'azione del dio.

Così coloro che pongono mano a curare questa malattia in tale modo mi sembra proprio che non la considerino né sacra né divina: ove infatti venga rimossa da queste purificazioni e da questa terapia, che cosa mai impedisce che sia generata e rivolta contro gli uomini da artifizi di tal genere? sicché il divino non ne sarebbe affatto responsabile, ma alcunché di umano.

Chi infatti, operando purificazioni e magie, sia in grado di stornare questo male, parimenti potrebbe richiamarlo escogitandone altre, e il divino da questo discorso sparisce. Raccontando e architettando cose di tal genere pretendono di vedere più a fondo, e ingannano gli uomini prescrivendo di mondarsi e purificarsi, mentre il loro discorso ricade continuamente sul divino e sul demonico. Al contrario, in verità io ritengo che i loro discorsi non hanno nulla a che fare con la devozione, come essi pensano, ma piuttosto con l'empietà, e significano che gli dèi non sono.

(*La malattia sacra*, 1-3)

A me dunque questa malattia non pare affatto esser più divina delle altre, bensì ha una base naturale comune a tutte e una causa razionale dalla quale ciascuna dipende: ed è curabile, per nulla meno delle altre, a meno che per il lungo tempo trascorso si sia rafforzata al punto da soverchiare i farmaci somministrati.

Essa ha origine, come anche altre malattie, secondo l'eredità: se infatti da un flegmatico nasce un flegma-

tico, da un bilioso un bilioso, da un tisico un tisico, da uno splenetico uno splenetico, che cosa impedisce che, avendo il padre o la madre questa malattia, anche qualcuno dei figli ne sia colpito? Infatti il seme proviene da tutte le parti del corpo, dalle sane sano, e dalle malate malato.

E c'è un'altra grande prova che questa non è più divina delle altre malattie: insorge ai flegmatici per natura, ma non colpisce i biliosi; mentre se fosse più divina delle altre, in tutti egualmente dovrebbe prodursi questa malattia, senza distinguere tra biliosi e flegmatici.

Ma di fatto responsabile di questo male è il cervello, come anche delle altre malattie più importanti.

(*La malattia sacra*, 5-6)

Questo male cosiddetto sacro deriva dunque dalle stesse cause razionali degli altri, da fattori che si aggiungono e si sottraggono, e dal freddo e dal sole e dai venti che mutano senza posa.

Queste cose sono divine, sicché non c'è alcun bisogno di discriminare questa malattia e di dichiararla più divina delle altre; ma sono tutte divine e tutte umane: ognuna ha la propria struttura e le proprie qualità naturali, e nessuna chiude la via all'intervento. Per la maggior parte sono curabili con gli stessi fattori dai quali derivano: giacché una cosa può essere di alimento per un'altra, ma talvolta anche di danno. Ora questo il medico deve sapere, affinché, riconoscendo le circostanze di ciascun fenomeno, possa determinare ora alimento e crescita, ora danno e distruzione. Occorre infatti anche in questo male, come in tutti gli altri, non già accrescere la malattia ma estinguerla, somministrando ad

ognuna ciò che le sia più ostile, non ciò che le sia più affine: giacché grazie all'affine si rafforza e si accresce, a causa dell'ostile invece si consuma e si estingue. Chi dunque sa determinare negli uomini, mediante il regime, il secco e l'umido, il freddo e il caldo, costui può anche curare questo male, se riesce a comprendere il momento opportuno per un buon trattamento, senz'alcuna purificazione o magia.

(*La malattia sacra*, 21)

3. Ippocrate: contro la medicina filosofica.

Quanti si sono accinti a parlare o a scrivere di medicina, fondando il proprio discorso su un postulato – il caldo o il freddo o l'umido o il secco o quale altro abbiano scelto – troppo semplificando la causa originaria delle malattie e della morte degli uomini, a tutti i casi attribuendo la medesima causa, perché si basano su uno o due postulati, costoro sono palesemente in errore su molte cose e persino nelle loro affermazioni; ma soprattutto sono da biasimare perché sbagliano intorno a un'arte di fatto esistente, della quale tutti fruiscono nelle circostanze più gravi e molto ne onorano i buoni praticanti e professionisti. Vi sono in effetti medici dappoco, altri molto superiori: ora, se la medicina non esistesse affatto e nel suo ambito nulla si fosse indagato né scoperto, ciò non sarebbe possibile, ma tutti, a proposito di essa, sarebbero parimenti sprovveduti di esperienza e di scienza, e dal caso sarebbe governato tutto quanto riguarda i malati. Ora però non è così, e, come in tutte le altre arti i professionisti differiscono molto tra loro per abilità manuale e per valore intellettuale, lo stesso avviene anche nella medi-

cina. Perciò non ho davvero ritenuto che ad essa occorresse un nuovo postulato alla stregua delle cose inesperibili e inesplicabili, per le quali è necessario, se qualcuno si accinga a parlarne, servirsi di un postulato, per esempio le cose celesti o sotterranee: se qualcuno pronunciasse giudizi intorno ad esse e alla loro condizione, né a lui stesso che parla né a chi lo ascolta sarebbe chiaro, se essi siano veri o no. Non vi è infatti alcun punto di riferimento in virtù del quale raggiungere la certezza.

Ma la medicina da gran tempo ormai dispone di tutti gli elementi, e sono stati scoperti il principio e la via in virtù dei quali in lungo corso di tempo sono state fatte molte ed egregie scoperte, e il resto nel futuro sarà scoperto, se qualcuno, in grado di farlo e a conoscenza di quanto già è stato scoperto, da questo prendendo le mosse porterà avanti la ricerca. Chi invece, scartato tutto ciò e rifiutatolo, lungo un'altra via e secondo un altro schema si accinge alla ricerca e asserisce di aver trovato qualcosa, si è ingannato e si inganna: perché è impossibile. E per quali necessarie ragioni sia impossibile, cercherò di dimostrarlo dichiarando e dimostrando che cosa è l'arte. Da ciò risulterà chiaro che sono impossibili scoperte ottenute per altre vie che questa. Soprattutto mi sembra che si debba, parlando di quest'arte, discutere di cose note ai profani: non di altro infatti si deve far questione e discorso se non dei mali che costoro stessi subiscono e soffrono. Per essi – che sono sprovveduti – non è certo facile comprendere i loro propri mali, come sorgano e cessino e per quali ragioni si accrescano o scemino, ma se da altri tutto ciò è stato scoperto e viene esposto, allora riesce agevole; perché ciascuno, ascol-

tando, null'altro fa se non ricordare ciò che è accaduto a se stesso. Chi poi mancasse la presa sulla comprensione dei profani e non conducesse gli ascoltatori in tale disposizione, sulle cose stesse mancherebbe la presa.

E per tutte queste ragioni la medicina non ha alcun bisogno di postulati.

(*La medicina antica,* 1-2)

Dicono certi medici e filosofi che non sarebbe in grado di conoscere la medicina chi non sapesse « che cosa è l'uomo », e che questo appunto deve apprendere chi desidera curare correttamente gli uomini. Ma il loro discorso ricade nella filosofia, come appunto quello di Empedocle e di altri, che hanno scritto « sulla natura », descrivendo « dal principio » ciò che è l'uomo e come in origine è apparso e di quali elementi è formato. Da parte mia penso che quanto da filosofi o da medici è stato detto o scritto sulla natura, è meno pertinente alla medicina che alla pittura.

Io ritengo invero che una scienza in qualche modo certa della natura non possa derivare da nient'altro se non dalla medicina, e che sarà possibile acquisirla soltanto quando la medicina stessa sarà stata tutta quanta esplorata con metodo corretto; ma da ciò si è molto lontani, dico dal conquistare un esatto sapere su ciò che è l'uomo, sulle cause che ne determinano la comparsa, e altre simili questioni.

Questo almeno mi sembra necessario che il medico sappia sulla natura e faccia ogni sforzo per sapere, se vuol adempiere in qualche modo ai suoi doveri, e cioè che cos'è l'uomo in rapporto a ciò che mangia e a ciò che beve e a tutto il suo regime di vita, e quali conseguenze a ciascuno da ciascuna cosa derivino, e non

dica semplicemente: « è un cattivo cibo il formaggio: ha dei dolori chi se ne è riempito », ma sappia quali dolori e perché e a quali parti del corpo il formaggio è controindicato: perché vi sono molti altri cibi e bevande cattive, che però non agiscono sull'uomo nello stesso modo. Mi si facciano dunque asserzioni come « il vino non annacquato, bevuto in abbondanza, agisce in questo e questo modo sull'uomo »; allora tutti quelli che lo sanno, comprenderanno che questa è la proprietà stessa del vino e che esso ne è la causa: e su quali parti del corpo ha soprattutto questo effetto, lo sappiamo. Una tal verità voglio che appaia chiara anche sul resto.

Il formaggio infatti, per valermi di nuovo di questo indizio, non disturba tutti alla stessa maniera, ma vi sono alcuni ai quali giova e che, mangiandone in abbondanza, non soltanto non ne soffrono in alcun modo, ma ne ricavano meravigliose energie; altri invece a fatica lo digeriscono. Differiscono dunque le nature di costoro, e la differenza sta in questo caso in quell'elemento del corpo che è ostile al formaggio e da esso è eccitato e messo in movimento: e coloro ai quali un tale umore è toccato più abbondante e più attivo nel corpo, è naturale che ne soffrano di più. Se invero il formaggio fosse nocivo per ogni natura umana, tutti ne soffrirebbero.

(*La medicina antica*, 20)

4. Ippocrate: corpo umano, clima e dieta.

Chi voglia correttamente condurre indagini mediche ha di fronte a sé questi problemi: in primo luogo deve studiare le stagioni dell'anno, gli influssi che ognuna

di esse può esercitare (per nulla infatti si rassomigliano, ma molto differiscono reciprocamente sia in se stesse sia nei loro mutamenti), e inoltre i venti e caldi e freddi, anzitutto quelli comuni a tutti i luoghi, poi anche quelli che sono tipici di ciascuna regione. Deve ancora indagare le proprietà delle acque, perché così come esse differiscono nel gusto e nel peso, altrettanto ne sono ben diverse le proprietà. Cosicché, quando un medico giunge a una città che gli è ignota, egli deve riflettere sulla sua posizione, sull'orientamento sia rispetto ai venti sia rispetto al sorgere del sole. Non ha davvero le stesse proprietà la città volta a nord di quella volta a sud, né quella volta a est di quella volta a ovest. Tutto ciò occorre indagare a fondo, e ancora quale sia la situazione riguardo alle acque, se ne sono usate di molli e stagnanti o piuttosto dure e scaturenti da luoghi elevati e pietrosi, o crude e ricche di sali, e il suolo, se è spoglio e arido o fertile di boschi e di acque, se è basso e soffocante oppure elevato e freddo; e quale modo di vita gradiscano gli abitanti, se sono amanti del vino e del cibo e avversi alle fatiche, o se invece amano l'esercizio ginnico e gli sforzi, mangiano molto e bevono poco.

Fondandosi su questi riferimenti, si devono studiare le singole questioni. Se infatti un medico ben li conosce, meglio se tutti, o almeno per la maggior parte, giungendo a una città che gli sia ignota non gli sfuggirebbero né le malattie tipiche del luogo né la natura di quelle più comuni: e così non sarà incerto e non commetterà errori nella terapia, come senz'altro avviene se non si affrontano i singoli casi con una preliminare conoscenza di tali riferimenti. E col trascorrere del tempo e dell'anno egli sarà in grado di dire quali

malattie epidemiche colpiranno la città e d'estate e d'inverno, e quali, proprie di ciascuno, rischieranno di derivargli da un mutamento del modo di vita. Conoscendo infatti i mutamenti delle stagioni e il sorgere e il tramontare degli astri, e in qual modo tutto ciò accada, prevederà la natura dell'annata a venire. Così chi abbia riflettuto e compreso in anticipo le circostanze del tempo, possiederà una piena conoscenza di ogni singolo caso, e molto otterrà nel difendere la salute e non piccoli successi conquisterà nella sua scienza.

(*Le arie, le acque, i luoghi*, 1-2)

In origine non sarebbe stata scoperta l'arte medica né si sarebbero condotte ricerche (non ve ne sarebbe stato alcun bisogno), se per gli uomini ammalati fosse stato opportuno seguire lo stesso regime e la stessa alimentazione che seguono i sani nel cibo e nelle bevande e in tutto il modo di vita, e se non ve ne fossero stati altri migliori di questo: ora invece la necessità stessa spinse gli uomini a ricercare e a scoprire la medicina, perché agli ammalati non si addiceva, come anche oggi non si addice, la stessa alimentazione dei sani.

Ancor più indietro, io invero ritengo che neppure il regime e il vitto, di cui ora si valgono i sani, sarebbero stati scoperti, se l'uomo si fosse soddisfatto di ciò che mangiano e bevono il bue e il cavallo e ogni animale salvo l'uomo, e cioè gli spontanei prodotti della terra, frutti e arbusti ed erbe: di questo infatti si nutrono e si accrescono e vivono senza pena, non provando per nulla il bisogno di un altro regime. E veramente penso che all'origine anche l'uomo abbia fruito di un'analoga alimentazione: gli attuali regimi, io credo, sono stati scoperti ed elaborati nel corso di

molto tempo. Infatti essi soffrivano molti e terribili mali a causa del regime violento e ferino, mangiando cibi crudi e non temperati e dotati di proprietà eccessive; quali appunto anche oggi soffrirebbero a causa loro, cadendo in preda ad acuti dolori e a malattie e ben presto alla morte. Meno invero ne soffrivano allora, probabilmente, grazie all'abitudine, ma certo anche allora con violenza, ed è verosimile che i più, avendo una natura più debole, perissero, e che di loro i più forti resistessero più a lungo, proprio come anche oggi i cibi troppo forti alcuni li sopportano agevolmente, altri con molti dolori e fastidi. Proprio per questa ragione penso che gli antichi abbiano cercato un'alimentazione che si confacesse alla loro natura e abbiano scoperto appunto questa, della quale ora ci gioviamo. Dunque dal grano, ammollato e vagliato e macinato e setacciato e impastato e cotto, alla fine ottennero pane, e dall'orzo focaccia; e su ciò continuando a sperimentare, molte altre cose bollirono e arrostirono e mescolarono, e addolcirono le sostanze forti e non temperate con altre più deboli, tutto modellando sulla natura dell'uomo e sulle sue proprietà, convinti che da quei cibi che siano troppo forti perché la natura possa assimilarli una volta ingeriti, sarebbero derivati dolori, malattie e morte, e invece da quelli che possono venire assimilati, sarebbero derivati alimento, crescita e salute.

A questa indagine e a questa scoperta quale nome più giusto e appropriato s'imporrebbe se non « medicina », se invero è stata scoperta a profitto della salute e della salvezza e del nutrimento dell'uomo, in luogo di quel regime dal quale venivano dolore e malattia e morte?

E che questa non sia ritenuta un'arte, non è inve-

rosimile: di un'arte della quale nessuno è profano, ma tutti in qualche misura sono edotti per la necessità di valersene, è improprio chiamare qualcuno artista; eppure certo la scoperta è grande, e frutto di molte indagini e di esperienza. Anche oggi, comunque, coloro che si occupano di ginnastica e di esercizi fisici compiono sempre qualche nuova scoperta, conducendo l'indagine secondo gli indirizzi tracciati, sui cibi e le bevande che meglio possono venir assimilati e che procurano più forza.

Ma vediamo se quella che è universalmente riconosciuta come medicina, quella cioè scoperta per la cura dei malati, che possiede nome ed esperti, ha anch'essa qualcuno degli stessi scopi, e donde trae la sua origine. A me dunque, come già ho detto all'inizio, pare che nessuno avrebbe ricercato la medicina se i medesimi regimi fossero convenuti tanto ai malati quanto ai sani. In ogni modo anche oggi quanti non si giovano della medicina, i barbari e taluni dei Greci, seguono a piacer loro lo stesso regime dei sani, e di nulla che desiderino si priverebbero, né accetterebbero alcuna restrizione. Coloro invece che ricercarono e scoprirono la medicina, seguendo le medesime convinzioni di quelli cui più sopra si è fatto cenno, in primo luogo, penso, ridussero la quantità dei cibi – restando questi i medesimi – e da eccessivi li resero scarsissimi.

Ma poiché questo trattamento ebbe successo soltanto talvolta e per alcuni dei malati, che ne trassero evidente giovamento, ma non certo per tutti, ché ce n'erano alcuni in tali condizioni, che neppure poco cibo potevano assimilare, ma sembravano aver bisogno di qualcosa di più debole, scoprirono allora le zuppe, mescolando una piccola quantità degli alimenti forti con molta

acqua e togliendone la forza col temperamento e la cottura.

E per quanti neppure le zuppe potevano assimilare, soppressero anche queste, e passarono agli alimenti liquidi, assicurandosi che fossero ben moderati sia per il temperamento sia per la quantità, e somministrandoli in misura né maggiore né minore del necessario, né troppo poco temperati.

(*La medicina antica*, 3-5)

5. Ippocrate: prognosi, crisi e terapia.

Per il medico – mi sembra – è cosa ottima praticare la previsione: prevedendo infatti e predicendo, al fianco del malato, la sua condizione presente e passata e futura, e descrivendo analiticamente quanto i sofferenti stessi hanno tralasciato, egli conquisterà maggior fiducia di poter conoscere la situazione dei malati, sicché essi oseranno affidarglisi. E potrà progettare una eccellente terapia se avrà previsto i futuri sviluppi a partire dai mali presenti.

Impossibile guarire tutti i malati: e questo sarebbe ancor meglio che prevedere il corso futuro degli eventi. Ma poiché gli uomini muoiono, gli uni soggiacendo alla forza del male prima di aver chiamato il medico, gli altri spirando subito dopo averlo chiamato (sopravvivono alcuni un giorno, altri poco più a lungo), prima che il medico con la sua scienza possa fronteggiare ciascuna malattia, occorre dunque di tali malattie sapere la natura, e di quanto soverchiano la resistenza del corpo, e imparare a prevederle. In tal modo si sarà giustamente ammirati e si diventerà buoni medici; tanto

meglio, infatti, ci si potrà prender cura di chi è in grado di sopravvivere, quanto più tempo si avrà avuto per prepararsi a far fronte agli eventi, e ci si metterà al riparo da ogni rimprovero se si sarà previsto e predetto chi è destinato a perire e chi invece a salvarsi.

Nelle malattie acute occorre condurre l'indagine in questo modo: in primo luogo osservare se il viso del malato è simile a quello dei sani, ma soprattutto se è simile a se stesso in condizioni normali, ché questo sarebbe il caso migliore, tanto più grave invece quanto più è dissimile.

In quest'ultimo caso si presenterebbe così: naso affilato, occhi cavi, tempie infossate, orecchie fredde e contratte e con i lobi rivolti in fuori, la pelle del viso rigida e tesa e secca, il colore del viso tutto giallastro o nero.

Se dunque all'inizio della malattia il viso si presenta in tal modo e non è ancora possibile formulare congetture sulla base degli altri sintomi, occorre chiedere al malato se ha trascorso notti insonni, se ha avuto evacuazioni molto liquide, o se avverte i morsi della fame. E se risponde affermativamente a qualcuno di questi quesiti, meno grave si considererà il male: vengono a crisi questi stati entro un giorno e una notte, se per tali ragioni il viso era così alterato. Ma se egli non conferma nessuna di esse, e se non si riprende nel tempo predetto, sappi che questo è sintomo mortale.

Se poi, pur durando la malattia da più di tre giorni, il viso presenta lo stesso aspetto, si pongano gli stessi quesiti che già prima ho stabilito e s'indaghino gli altri sintomi, e quelli del corpo tutto e quelli degli occhi: se infatti rifuggono dallo splendore della luce, o lacrimano involontariamente, o si distorcono, o l'uno diviene

più piccolo dell'altro, se hanno il bianco arrossato e livido o vi compaiono venuzze nere e catarri attorno alla pupilla, se sono irrequieti o sporgenti o troppo infossati, se il colore del viso intero trasmuta, tutti questi segni van considerati negativi e funesti.

(*Prognostico*, 1-2)

Vi sono modalità, costituzione e aggravamenti propri di ognuna di queste febbri. Così in certi casi la febbre continua subito fin dall'inizio si accresce e raggiunge il culmine e tende a un estremo aggravamento, poi con l'avvicinarsi della crisi e al momento della crisi si allevia; in altri casi comincia bassa, manifestandosi a poco a poco, poi si alza e si aggrava giorno per giorno, e infine all'avvicinarsi della crisi arde violenta; in altri ancora l'inizio è moderato, poi cresce e si aggrava, infine, raggiunto un punto culminante, di nuovo si abbassa fino alla crisi e durante la crisi. E questo accade in ogni febbre e in ogni malattia. Occorre anche osservare il regime seguìto per formulare su questa base le prescrizioni.

Molti altri e importanti sintomi sono a questi connessi... E occorre porli a confronto, analizzarli e indagare per chi essi significhino malattia acuta e mortale oppure guarigione, per chi malattia cronica e mortale oppure guarigione, a chi si debba dare cibo oppure no, e quando, e quanto, e quale sia il cibo da prescrivere.

Aggravamenti nei giorni pari comportano crisi nei giorni pari; ma le malattie che si aggravano nei dispari, vengono a crisi nei dispari.

Il primo periodo di quelle che vengono a crisi nei pari si conclude il quarto giorno, poi il sesto, l'ottavo, il decimo, il quattordicesimo, il ventesimo, il ventiquat-

tresimo, il trentesimo, il quarantesimo, il sessantesimo, l'ottantesimo, il centoventesimo. Di quelle che vengono a crisi nei dispari il primo periodo si conclude il terzo giorno, poi il quinto, il settimo, il nono, l'undicesimo, il diaciassettesimo, il ventunesimo, il ventisettesimo, il trentunesimo. Inoltre occorre sapere che, se la crisi verrà all'infuori dei periodi suddetti, vi saranno ricadute: e gli sviluppi potrebbero essere letali.

Bisogna dunque riflettere e sapere che in questi periodi verranno le crisi latrici di salvezza o di morte, e gli sviluppi verso il meglio o verso il peggio.

(*Epidemie*, I, 25-26)

6. Platone: medicina e metodo dicotomico.

SOCRATE — Il procedimento della medicina è identico a quello della retorica.

FEDRO — In qual senso?

SOCRATE — In entrambe è necessario dividere una natura, quella del corpo nella prima e quella dell'anima nella seconda, se vuoi, non soltanto per una pratica empirica, ma tecnicamente, mediante la somministrazione di farmaci e nutrimenti produrre nel corpo salute e forza e mediante la somministrazione di discorsi e di occupazioni conformi alla legge trasmettere all'anima la persuasione che desideri e la virtù.

FEDRO — È verosimile che sia così, Socrate.

SOCRATE — Ma credi che sia possibile intendere la natura dell'anima in modo degno di menzione senza la natura del tutto?

FEDRO — Se bisogna prestar fede a Ippocrate, quello

appartenente agli Asclepiadi, neppure nel caso del corpo è possibile senza questo metodo.

SOCRATE — Egli dice bene, infatti, caro amico. È necessario, tuttavia, esaminare il ragionamento oltre a Ippocrate e indagare se risulta in accordo.

FEDRO — Lo ammetto.

SOCRATE — Esamina, allora, a proposito della natura, che cosa affermano Ippocrate e il ragionamento vero. Non bisogna forse ragionare così a proposito della natura di qualsiasi oggetto? In primo luogo, è semplice o multiforme l'oggetto intorno al quale vorremmo essere personalmente dei tecnici esperti e capaci di render tale anche un altro? In secondo luogo, posto che sia semplice, occorre esaminare la sua possibilità, quale possibilità esso possegga per natura di agire e su che cosa o quale di subire e da parte di che cosa; se invece ha una molteplicità di forme, dopo averle enumerate, bisogna esaminare, per compiere per ognuna di esse l'esame compiuto per l'oggetto unitario, quale possibilità ha per natura di agire e con che cosa oppure quale di patire e da parte di che cosa.

FEDRO — È probabile, Socrate.

SOCRATE — Almeno, un metodo senza queste caratteristiche sarebbe simile al camminare di un cieco. Ma non bisogna certo paragonare chi persegue un obiettivo qualsiasi con una tecnica a un cieco o a un sordo; anzi è chiaro che, se si trasmettono discorsi a qualcuno tecnicamente, si mostrerà accuratamente la sostanza della natura dell'oggetto in rapporto al quale somministrerà i discorsi e questa sarà appunto l'anima.

FEDRO — Come no?

SOCRATE — Ogni gara è tesa per lui a questo obiet-

tivo, perché è la persuasione che egli cerca di ingenerare in essa. Non è così?

FEDRO — Sì.

SOCRATE — È chiaro allora che Trasimaco e chiunque altro si impegni nella trasmissione della retorica, in primo luogo descriverà con la massima esattezza e farà sì che si possa osservare l'anima, se è unitaria e simile a se stessa per natura oppure se è multiforme come è il caso del corpo. È questo che noi intendiamo per mostrare la natura.

FEDRO — Proprio così.

SOCRATE — In secondo luogo, qual è la sua possibilità naturale di agire e con che cosa, e quale di subire e da parte di che cosa.

FEDRO — Certo.

SOCRATE — In terzo luogo, dopo aver ordinati i generi dei discorsi e quelli delle anime e le loro affezioni, passerà in rassegna tutte le cause, mettendo in rapporto ciascun discorso con ciascuna anima e insegnando quale deve essere necessariamente ognuna e da quali discorsi e per quale causa per essere una persuasa e un'altra no.

FEDRO — A quanto pare, questo sarebbe il modo migliore.

SOCRATE — Anzi, caro amico, in nessun altro modo nulla potrà mai essere dimostrato o detto secondo tecnica, con la parola o con lo scritto, né questo né altro. Ma gli odierni scrittori di manuali di discorsi, che tu hai udito, sono astuti e fingono, pur conoscendo ottimamente ciò che concerne l'anima. Pertanto, prima che si decidano a parlare o a scrivere in questo modo, rifiutiamo di ammettere che essi scrivano secondo la tecnica.

FEDRO — In quale modo?

SOCRATE — Le parole stesse non è agevole ripetere, ma come bisogna scrivere, se si intende farlo tecnicamente per quanto è possibile, voglio dirlo.

FEDRO — Dillo allora.

SOCRATE — Poiché il potere del discorso è una psicagogia, chi intende diventare un retore deve necessariamente conoscere quante specie ha l'anima. Esse, dunque, sono tante e tante e tali e tali. E in base ad esse gli uomini sono tali e tali. Dopo aver diviso in questo modo queste specie, a loro volta i discorsi posseggono tante e tante specie, ciascuna di un certo tipo. Gli uomini di un certo tipo particolare possono essere convinti da discorsi particolari per una causa particolare rispetto a questo obiettivo, mentre altri da queste ragioni non possono essere convinti. Dopo aver riflettuto a ciò in modo sufficiente, deve osservare tali specie esistenti e operanti nella prassi in modo da poterle seguire acutamente con la percezione, altrimenti non trarrà alcun vantaggio dalle lezioni che aveva udito da studente. E quando sia in grado di dire in modo soddisfacente quale uomo possa essere convinto e da quali discorsi e, trovandosi presente, sia capace di percepirlo e di dimostrare a se stesso che è questo l'uomo, è questa la natura della quale parlavano allora le lezioni e che ora gli è presente di fatto e alla quale bisogna somministrare questi discorsi e in questo modo per ottenere la persuasione su questi temi, se sarà in possesso di tutto ciò e vi aggiungerà la percezione del momento opportuno per parlare e per tacere e riconoscerà l'opportunità e l'inopportunità di parlare concisamente o in modo compassionevole o accentuato e di tutte le specie di discorsi che ha imparato, allora

e non prima la tecnica raggiungerà la sua bellezza e perfezione.

(*Fedro*, 270 b - 272 a)

FORESTIERO — Ad ogni modo tieni ben presente questo, che tu non abbia a credere di avere ascoltato da me che io faccia precisamente tale distinzione.

SOCRATE IL GIOVANE — Quale?

FORESTIERO — Che la specie e la parte siano diverse tra loro.

SOCRATE IL GIOVANE — Perché?

FORESTIERO — Perché quando vi è una specie, necessariamente essa fa parte di ciò di cui è detta specie; ma che la parte sia a sua volta specie, questo non è affatto necessario. Così e non nell'altro modo, o Socrate, sono da prendere le mie parole.

SOCRATE IL GIOVANE — Va bene.

FORESTIERO — E ora dimmi quel che segue.

SOCRATE IL GIOVANE — Che cosa?

FORESTIERO — Ciò da cui divagando siamo giunti fin qui. Mi sembra che infatti abbiamo divagato laddove tu, interrogato sul modo in cui si dovesse dividere l'arte di allevare le greggi, hai dichiarato con molta prontezza che vi sono due generi di viventi, uno il genere umano e l'altro – unico nel suo insieme – quello di tutte quante le altre bestie.

SOCRATE IL GIOVANE — È vero.

FORESTIERO — Almeno a me sembrò, allora, che tu, separandone una parte, pensassi di lasciare per tutti gli altri animali un genere solo, poiché tutti li chiamavi con un solo nome, bestie.

SOCRATE IL GIOVANE — Così facevo, infatti.

FORESTIERO — Facevi proprio, o valoroso uomo,

come farebbe qualche altro animale intelligente, ammesso che vi sia – e sembra esserlo la gru o qualche altro – il quale distinguerebbe per nomi come fai tu, contrapponendo a tutti gli altri animali le gru, come un genere unico, esaltando questo solo, e prendendo tutti gli altri in un solo blocco – gli uomini compresi – non darebbe loro altro nome se non quello di bestie. Quanto a noi, cerchiamo dunque di stare bene attenti a non cadere in tutti questi errori.

(*Politico*, 263 b-e)

7. Platone: corpo, anima e malattia.

Gli dèi, imitando la forma del tutto che è sferica, collegarono le rivoluzioni divine che sono due in un corpo sferico, quello che ora chiamiamo capo, che è la parte più divina e che domina in noi tutto il resto. E al capo gli dèi hanno dato quale servitore, come lo ebbero composto, il corpo tutto intero, avendo intenzione che il corpo partecipasse di tutti i movimenti della testa, quanti essi fossero. E dunque, perché circolando sulla terra, che offre alture e profondità d'ogni tipo, non avesse difficoltà a superare le une e ad uscire dalle altre, a mo' di carro dettero al capo il corpo, sicché più facilmente potesse muoversi: ecco perché il corpo è lungo e da lui germinarono quattro membra, lunghe e flessibili, strumenti costruiti dal dio perché potesse, prendendo e appoggiandosi, andare ovunque, e portare al di sopra di tutto il resto la dimora di ciò che in noi vi è di più sacro e divino. Fu così e per questa ragione che tutti ebbero gambe e mani. E poiché, d'altra parte, gli dèi ritennero che la faccia ante-

riore del corpo sia più nobile e degna di comandare che non la faccia posteriore, ci hanno dato la facoltà di muoverci soprattutto in questa direzione. Era necessario, dunque, che la parte anteriore del corpo umano fosse distinta e diversa da quella posteriore. Ecco perché, anzitutto, intorno alla cavità del capo gli dèi hanno costituito il volto, legando qui quegli organi che servono a ogni previsione dell'anima, e decisero che questa parte, naturalmente anteriore, avesse in mano il governo.

Tra tutti gli altri organi, primi fabbricarono gli occhi, veicoli della luce, e ve li posero in questo modo: di tutto il fuoco che non può bruciare, ma che produce soltanto una mite luce, la luce propria di ogni giorno, hanno fatto sì che esistesse un corpo. E così il fuoco puro, che risiede in noi ed è fratello del fuoco esterno, attraverso gli occhi lo fecero scorrere liscio e continuo, costringendo tutte le parti degli occhi, ma soprattutto quelle di mezzo, di modo che trattenessero ciò che c'era di più grossolano e lasciassero filtrare soltanto il fuoco puro. Quando, dunque, la luce diurna si forma intorno alla corrente del fuoco visuale, allora il simile incontra il simile, costituendo insieme un solo tutto, e forma nella direzione degli occhi un solo corpo omogeneo, ove la luce che viene dal di dentro si urta con quella che proviene da fuori. E se questo insieme, divenuto tutto egualmente sensibile per la sua omogeneità, tocca qualche oggetto o ne viene toccato, trasmettendo i movimenti per tutto il corpo fino all'anima, produce quella sensazione per cui noi diciamo di vedere. Ma quando il fuoco esterno scompare nella notte, il fuoco interno si separa dal suo affine: se difatti esce fuori dagli occhi incontra un elemento diverso da sé, si altera e si estin-

gue, perché non ha più la stessa natura dell'aria che lo circonda, in quanto l'aria non ha più fuoco. L'occhio cessa allora di vedere e così richiama il sonno, perché le palpebre che gli dèi hanno costruite per proteggere la vista, chiudendosi, trattengono internamente la forza del fuoco. E questa, a sua volta, placa e calma le agitazioni interiori, calmate le quali sopravviene la quiete. E se grande si fa in noi la quiete, su noi si stende un sonno quasi senza sogni: se invece persistono troppo forti agitazioni, a seconda della loro natura e della parte ove rimangono, allora si producono in noi infiniti e varii fantasmi che somigliano tanto agli oggetti del mondo esterno, quanto a quelli del mondo interno, e di cui ci ricordiamo al risveglio.

(*Timeo*, 44 d - 46 a)

È opportuno che ora si esponga invece come sia possibile curare e salvare il corpo e la mente: ché più giusto è ragionare dei beni piuttosto che dei mali. Sicuro, tutto ciò che è buono è bello, e non senza misura è la bellezza: anche l'essere vivente, dunque, se dev'essere buono ha da essere misurato. Ma di tali ordinati equilibri noi ci accorgiamo e ci rendiamo conto nelle piccole cose, dei più importanti, invece, e dei più grandi non ci preoccupiamo affatto di comprenderli. Il fatto è che in tutto ciò che riguarda salute e malattie, virtù e vizi, nessuna misura o squilibrio è maggiore di quello dell'anima stessa in rapporto allo stesso corpo; ma noi non guardiamo a queste cose, né riflettiamo che se un corpo troppo debole o piccolo sopporta un'anima forte e grande in tutte le cose – o anima e corpo sono inversamente congiunti insieme – l'essere vivente tutto intero non può essere bello, chè manca allora dei più impor-

tanti equilibri; mentre, nel caso opposto, per chi ha occhi da vedere esso è lo spettacolo più bello, lo spettacolo più attraente. E, come un corpo dotato di gambe troppo lunghe o di qualche altro eccesso che lo renda sproporzionato non soltanto è brutto, ma, poiché quando lavora deve sopportare una gran spossatezza e molte contrazioni, tanto che per il suo traballare sovente cade, è causa a se stesso d'infiniti mali, così dobbiamo pensare dell'anima e del corpo insieme congiunti, che noi chiamiamo essere vivente: se in esso l'anima, più forte del corpo, s'irrita, dal di dentro lo agita tutto con violenza, riempiendolo di malattie; e se con grande ardore essa si butta su certe scienze e ricerche, allora lo consuma; e quando invece è tutta presa dall'insegnamento o, in pubblico e in privato, dalle dispute oratorie, per le liti e le ambizioni che ne derivano, riscaldandolo lo sconquassa, e producendo in lui delle flussioni inganna la maggioranza dei cosiddetti medici, tanto da indurli a dare la colpa di questi mali a cause opposte. Viceversa, se un corpo più grande e più forte dell'anima si trova congiunto con un piccolo e debole intelletto, poiché, per natura, vi sono nell'uomo due desideri – desiderio di nutrimento per il corpo, di sapienza per quella che è in noi la parte più divina – vincono i movimenti del più forte, aumentando quindi il proprio campo di azione e, sempre più istupidendo il campo di azione dell'anima, la rendono incapace di apprendere e di ricordare e così provocano nell'anima la più grave delle malattie, l'ignoranza.

Contro queste due malattie esiste soltanto un rimedio: non esercitare l'anima senza il corpo, né il corpo senza l'anima, sicché l'una e l'altro, difendendosi vicendevolmente, conservino equilibrio e salute. Così dun-

que chi si applica alla scienza pura, o a qualsiasi altro faticoso lavoro intellettuale, deve praticare anche i movimenti del corpo, dandosi con cura alla ginnastica; chi d'altra parte coltiva con amore il proprio corpo deve, a sua volta, farvi corrispondere i movimenti dell'anima, dandosi alla musica ed alla filosofia nella sua totalità, se vuol essere chiamato – giustamente – bello davvero e buono ad un tempo.

(*Timeo*, 87 c - 88 c)

8. Aristotele: le differenze tra gli animali.

Gli animali si possono differenziare secondo il modo di vita, le attività, il carattere e le parti: parliamone prima per linee generali; in seguito ne tratteremo rivolgendo lo studio ai singoli generi.

Le differenze secondo il modo di vita, il carattere e le attività sono le seguenti. Alcuni animali sono acquatici, altri terrestri. Gli animali acquatici si dividono in due gruppi: quelli di un gruppo trascorrono la loro vita nell'acqua e vi si nutrono, immettono ed emettono l'acqua, e non possono sopravvivere se ne sono privati, com'è il caso della maggior parte dei pesci; quelli dell'altro gruppo si nutrono sì e vivono in ambiente acquatico, però non immettono l'acqua ma l'aria, e si riproducono fuori dall'acqua. Molti di tali animali sono provvisti di piedi, come la lontra, il castoro, il coccodrillo, oppure di ali, come la *aithyia* e il tuffetto, o anche sono privi di piedi, come il serpente d'acqua. Certi animali, benché assumano il loro cibo in ambiente acquatico e non possano vivere fuori di esso, tuttavia non immettono né aria né acqua, come le attinie e le ostriche.

Gli animali acquatici sono poi marini, o fluviali, o lacustri, o palustri, come la rana e il tritone.

Tra gli animali terrestri gli uni immettono ed emettono l'aria – ciò che vien definito inspirare ed espirare –, come l'uomo e tutti quanti i terrestri che possiedono polmone; gli altri non immettono l'aria, ma vivono in ambiente terrestre e ne traggono il cibo, come la vespa, l'ape e gli altri insetti. Chiamo insetti quegli animali che hanno il corpo segmentato, o sulla parte ventrale oppure su questa e su quella dorsale.

Molti animali terrestri, come si è detto, prendono il loro cibo dall'acqua, mentre nessuno di quelli che vivono in ambiente acquatico e immettono acqua lo prende dalla terra.

Certi animali dapprima vivono nell'acqua, poi mutano forma e vivono fuori di essa, ciò che avviene per esempio nel caso degli ascaridi di fiume: da essi si forma infatti la zanzara.

Inoltre alcuni animali sono immobili, altri mutano posizione. Quelli immobili vivono nell'acqua, mentre nessun animale terrestre è immobile. In ambiente acquatico, invece, molti vivono stando attaccati, come per esempio molti generi di ostriche. Sembra che perfino la spugna possieda qualche facoltà percettiva: ne è segno, a quanto dicono, il fatto che essa è più difficile da staccare se il movimento non è compiuto nascostamente.

Vi sono animali che possono sia stare attaccati sia distaccarsi, come un certo genere delle cosiddette attinie: alcune di esse si staccano di notte per andare in cerca di cibo. Molti animali poi, pur non vivendo attaccati, sono però immobili, come le ostriche e le cosiddette oloturie. Altri invece sono capaci di nuotare, come i pesci, i cefalopodi e i crostacei quali le aragoste.

Altri ancora sono in grado di camminare, come il genere dei granchi: esso difatti, pur essendo acquatico per natura, è atto a camminare.

Fra gli animali terrestri, alcuni sono alati, come gli uccelli e le api (benché in modo diverso gli uni dalle altre), altri si muovono sul suolo. Tra questi ultimi alcuni camminano, altri strisciano, altri ancora si muovono per contrazioni...

Vi sono inoltre le seguenti differenze relative ai modi di vita e alle attività degli animali. Alcuni di essi vivono in società, altri sono solitari (possono essere terrestri o volatili o acquatici), altri ancora possono vivere in entrambi i modi. Anche tra gli animali che vivono in società vi sono quelli collettivisti e quelli individualisti. Sono sociali, per esempio, tra i volatili il genere dei colombi, le gru, i cigni (nessun rapace è invece sociale); tra gli acquatici molti generi di pesci, come quelli che chiamano « migratori », i tonni, i pelamidi, gli scombri.

L'uomo può vivere nell'uno o nell'altro modo.

Sono collettivisti quegli animali che si adoperano tutti per un fine unico e comune, ciò che non tutti gli animali sociali fanno. Sono tali l'uomo, l'ape, la vespa, la formica, la gru. Tra questi alcuni si sottomettono a un capo, altri non hanno capi: così la gru e il genere delle api sono soggetti a un capo, le formiche e moltissimi altri animali vivono senza capi.

Inoltre, sia tra gli animali sociali sia tra quelli solitari, alcuni sono sedentari, altri nomadi.

Alcuni sono carnivori, altri erbivori, altri onnivori, altri ancora hanno un'alimentazione speciale, come il genere delle api e quello dei ragni: le prime si cibano di miele e di pochi altri alimenti dolci, e i ragni vivono

di caccia alle mosche. Altri animali si cibano di pesci. Alcuni sono cacciatori, altri accumulano il cibo, altri ancora no.

Alcuni vivono in abitazioni, altri no; tra i primi si annoverano la talpa, il topo, la formica, l'ape, tra i secondi molti insetti e quadrupedi. Inoltre, per quanto riguarda il luogo dell'abitazione, alcuni vivono sottoterra, come la lucertola e il serpente, altri sopra, come il cavallo e il cane. E alcuni scavano buchi, altri no. Certi animali sono notturni, come la civetta e il pipistrello, altri vivono nella luce del giorno.

Ancora, vi sono animali domestici e selvatici: alcuni lo sono sempre (per esempio l'uomo e il mulo sono sempre domestici, mentre altri, come il leopardo e il lupo, sono sempre selvatici); altri possono essere rapidamente addomesticati, come l'elefante.

Del resto c'è un altro punto di vista: tutti quanti i generi che sono domestici sussistono anche allo stato selvatico: così per esempio i cavalli, i buoi, i maiali, gli uomini, le pecore, le capre, i cani.

Ancora: alcuni animali emettono suoni, altri sono afoni, altri ancora hanno una voce; tra questi alcuni posseggono un linguaggio, altri invece non lo articolano; alcuni sono loquaci, altri silenziosi, alcuni sono melodiosi, altri no: comune a tutti, comunque, è la caratteristica di cantare e vociferare soprattutto nel periodo dell'accoppiamento...

Inoltre vi sono animali aggressivi e altri difensivi: sono aggressivi quelli che assalgono l'avversario o lo respingono quando sono attaccati; sono difensivi quanti hanno nel loro stesso corpo un mezzo di difesa che li protegge dalle offese.

Gli animali presentano poi, per quanto riguarda il

carattere, le seguenti differenze. Alcuni sono miti, tranquilli e remissivi, come il bue, altri collerici, ribelli e indomabili, come il cinghiale, altri ancora intelligenti e timidi, come il cervo e la lepre, altri vili e infidi, come i serpenti, altri generosi, coraggiosi e nobili, come il leone, altri di razza, selvatici e infidi, come il lupo (nobile infatti è chi viene da buona stirpe, di razza chi non ha degenerato dalla propria natura). Alcuni sono astuti e malvagi, come la volpe, altri appassionati, affettuosi e obbedienti, come il cane, altri miti e facili da addomesticare, come l'elefante, altri paurosi e cauti, come l'oca, altri infine gelosi e vanitosi, come il pavone.

Soltanto l'uomo, tra gli animali, ha la capacità di deliberare. Molti animali partecipano della memoria e della capacità di apprendere, ma nessun altro tranne l'uomo è in grado di effettuare il richiamo alla memoria.

(*Ricerche sugli animali*, I 1. 487 a 10 - 488 b 26)

9. Aristotele: la continuità della natura.

È presente anche nella maggior parte degli altri animali una traccia di quelle modalità psichiche che nell'uomo sono più manifestamente differenziate. In effetti mansuetudine e selvatichezza, mitezza e aggressività, coraggio e viltà, paure e sicurezza, impetuosità e furberia, e una certa capacità di comprensione intellettuale, presentano in molti animali delle similarità con l'uomo, del tipo di quelle che esponemmo a proposito delle parti.

Alcuni animali differiscono rispetto all'uomo per una differenza secondo il più e il meno, come pure l'uomo rispetto a molti animali (in parte tali caratteri sono più propri dell'uomo, in parte invece degli altri animali),

mentre altri differiscono secondo l'analogia: così scienza, sapere, intelligenza stanno all'uomo, come questa o quella facoltà naturale dello stesso genere stanno ai vari animali.

Ciò risulta chiarissimo dall'osservazione dell'età infantile. Nei bambini è dato infatti scorgere come delle tracce e dei germi di quelli che diventeranno in futuro i tratti del loro carattere, benché la loro anima in questo periodo si può dire non differisca affatto da quella delle bestie: dunque non c'è nulla di assurdo se i caratteri psichici degli altri animali sono ora identici ora prossimi ora analoghi a quelli dell'uomo.

La natura passa per gradi così impercettibili dagli esseri inanimati agli animali, che tale continuità rende impossibile scorgere il confine tra i due campi e decidere a quale di essi appartenga la zona intermedia. Infatti, dopo il genere delle cose inanimate viene primo quello delle piante, tra le quali le une differiscono dalle altre perché sembrano partecipare in maggior grado della vita; ma il genere nel suo insieme appare di fatto come animato in rapporto a quegli altri corpi, inanimato invece in rapporto al genere degli animali.

Il passaggio dalle piante agli animali avviene senza soluzioni di continuità, come già si è detto. Infatti, a proposito di certi esseri che vivono nel mare ci si potrebbe chiedere se si tratti di animali oppure di piante, giacché stanno attaccati, e molti di loro periscono se li si sradica (per esempio le pinne vivono attaccate, e i soleni non sopravvivono se vengono strappati via dal loro buco). In generale tutto il genere dei gasteropodi assomiglia alle piante in confronto agli animali dotati di locomozione. Anche per quanto riguarda le facoltà percettive, in alcuni di essi non ce n'è nep-

pure un segno, in altri sono presenti ma in modo indistinto. Il corpo di alcuni poi è di natura carnosa, come per esempio quello delle cosiddette ascidie e del genere delle attinie, mentre la spugna somiglia interamente alle piante.

È sempre per piccole differenze che un animale appare più avanti di un altro nel possedere in grado maggiore vita e movimento. E le cose stanno nello stesso modo per quanto concerne le attività vitali. In effetti la funzione delle piante pare consistere in nient'altro che nel riprodurre un altro individuo eguale a se stesse, almeno per quelle che nascono da un seme; similmente per certi animali non è dato scorgere alcun'altra funzione oltre alla riproduzione. Perciò siffatte attività sono comuni a tutti i viventi. Ma con l'ulteriore aggiunta delle facoltà percettive, il modo di vita degli animali si differenzia sia relativamente al coito, per il piacere che ne traggono, sia relativamente al parto e all'allevamento della prole. Così certi animali, al pari delle piante, adempiono semplicemente la riproduzione della specie nelle stagioni prescritte; altri invece si prendono cura di nutrire la prole, ma quando questa si è sviluppata se ne separano e non hanno più alcun rapporto con essa; altri ancora, che sono più intelligenti e partecipano della memoria, vivono più a lungo e in modo socialmente più articolato con la loro progenitura.

Una parte della vita degli animali è dunque costituita dalle attività relative alla procreazione e all'allevamento della prole; poi ce n'è un'altra formata dalle attività relative all'alimentazione: ed è su queste due parti che vengono a concentrarsi tutti i loro sforzi e la loro stessa esistenza.

(*Ricerche sugli animali*, VIII 1. 588 a 18 - 589 a 5)

10. Aristotele: il metodo della biologia.

Non si può trascurare la questione se convenga esporre, al modo delle ricerche condotte dai nostri predecessori, come ogni animale si è formato nella genesi naturale, o piuttosto come esso è: l'un procedimento differisce davvero non poco dall'altro. Sembra che il punto di partenza debba consistere, come anche in precedenza abbiamo detto, nel raccogliere i fenomeni relativi a ciascun genere, e che si debbano poi esporre le loro cause e trattare della generazione. La stessa sequenza si verifica in effetti, in modo particolare, anche nell'architettura: è perché la forma della casa è di un certo tipo, o la casa è di un certo tipo, che essa è prodotta in un certo modo. Il processo di formazione infatti è finalizzato alla cosa, ma la cosa non è finalizzata al processo.

(*Parti degli animali*, I 1. 640 a 10-19)

Perciò bisogna anzitutto affermare: poiché questa è l'essenza dell'uomo, per questo egli ha tali parti; non gli è infatti dato di essere senza queste parti. Se poi questo non è possibile, occorre dire quanto più vi si avvicini, e cioè che l'uomo dev'essere così formato o in assoluto (perché è impossibile che sia altrimenti) o almeno perché è bene che sia così.

Tutto questo è conseguente. Poiché l'uomo è così, è necessario che il processo di formazione abbia luogo così e in tal modo. Perciò prima si forma questa parte, poi quest'altra; e in questo modo similmente accade per tutte le altre cose di origine naturale.

Ora gli antichi, che per primi indagorono filosoficamente intorno alla natura, rivolsero le loro ricerche al principio materiale e alla causa dello stesso tipo, cer-

cando che cosa e quale fosse, e come da essa si generasse l'universo, e quale fosse il principio motore – per esempio l'odio o l'amore o l'intelligenza o la spontaneità –, mentre il substrato materiale doveva avere necessariamente una certa natura, per esempio calda quella del fuoco, fredda quella della terra, e l'una leggera, l'altra pesante. Così essi vedono perfino la formazione del cosmo. Similmente spiegano anche la formazione degli animali e delle piante: dicono per esempio che, a causa del fluire dell'acqua nel corpo, si formano lo stomaco e ogni ricettacolo del cibo e del residuo, oppure che a causa del passaggio dell'aria respirata si pratica l'apertura delle narici. L'aria e l'acqua sono la materia dei corpi: e a partire da tali corpi tutti costoro spiegano la composizione della natura.

Se però l'uomo e gli animali sono esseri naturali, come pure le loro parti, allora occorre trattare della carne, delle ossa, del sangue e di tutte quante le parti omogenee; e similmente delle parti non omogenee come il viso, le mani, i piedi, dicendo in qual modo ognuna di esse sia quello che è e secondo quali potenzialità. Non è infatti sufficiente dire da quali elementi risultano (per esempio dal fuoco o dalla terra); allo stesso modo, anche se parlassimo di un letto o di qualche altro oggetto simile, cercheremmo di determinare la forma più che la materia (bronzo o legno), o altrimenti, proprio la materia dell'intero oggetto: il letto è infatti una certa forma in una certa materia, o una certa materia dotata di una certa forma, sicché occorre parlare anche della sua configurazione e dire quale sia la sua forma.

La natura secondo la forma è infatti prevalente rispetto alla natura materiale. Se poi ciascuno degli ani-

mali e delle loro parti consistesse nella configurazione e nel colore, sarebbe corretto quanto dice Democrito: questo infatti pare fosse il suo assunto.

Dice dunque che a ognuno è chiaro quale sia la forma dell'uomo, poiché esso è riconoscibile dalla configurazione e dal colore. Anche il cadavere, però, ha lo stesso aspetto esteriore, e tuttavia non è un uomo. Ancora, è impossibile che sia veramente una mano quella fatta di un qualsiasi materiale, per esempio bronzo o legno, se non per omonimia, come il medico dipinto. Essa non potrà infatti adempiere la propria funzione, come non potranno adempiere la propria funzione né flauti di pietra, né il medico dipinto. Analogamente, nessuna delle parti di un cadavere – dico per esempio l'occhio, la mano – è più veramente tale.

Queste affermazioni sono dunque eccessivamente semplicistiche, dello stesso tipo di quelle di un falegname che parlasse di una mano di legno. È proprio in questo modo che anche i fisiologi espongono la genesi e le cause della configurazione dei corpi: sarebbero stati infatti fabbricati da certe forze. E come il falegname parlerebbe di scure o di trapano, essi parlano di aria e di terra, salvo che il falegname direbbe meglio: non gli basterà infatti dire questo, che in seguito a un colpo del suo strumento si è formata ora una cavità ora una superficie piana, ma aggiungerà per quale ragione abbia dato quel colpo e in vista di quale scopo; dirà la causa, cioè che il prodotto assuma una certa particolare forma.

È chiaro pertanto che il discorso dei fisiologi non è corretto, e che occorre dichiarare le determinazioni proprie dell'animale, descrivendo che cosa sia, quale

sia, e ognuna delle sue parti, proprio come si descriverebbe la forma di un letto.

Se poi tutto ciò è l'anima o una parte dell'anima o qualcosa che non può essere senza anima (in effetti, quando essa si diparte non c'è più l'animale vivente, né alcuna delle sue parti permane identica, salvo la mera configurazione, come gli esseri pietrificati del mito), se dunque le cose stanno così, spetta al naturalista trattare e avere scienza dell'anima se non nella sua totalità, almeno di quanto in essa fa sì che l'animale sia quello che è; e dirà che cosa è l'anima, o propriamente questa sua parte, e parlerà degli attributi inerenti a tale sua essenza: del resto, anche « natura » si dice ed è in due sensi, quello di « materia » e quello di « essenza », ed è questa seconda in quanto anche causa motrice e fine. Tale è l'anima dell'animale, o nella sua totalità o in una sua parte.

Sicché, anche da questo punto di vista, chi studia la natura dovrà parlare più dell'anima che della materia, tanto più che la materia è natura grazie alla prima, piuttosto che il contrario.

(*Parti degli animali*, I 1. 640 a 33 - 641 a 31)

11. Aristotele: il modello finalistico.

Noi dichiariamo che una cosa è finalizzata a uno scopo ogni volta che si manifesta un termine verso il quale tende il mutamento se nulla lo ostacola.

Sicché è chiaro che vi è qualcosa di tal genere, ed è ciò che noi chiamiamo natura. Invero da ciascun seme non si forma a caso una creatura qualsiasi, ma questa particolare creatura da questo seme particolare, né un

seme qualsiasi deriva a caso da un corpo qualsiasi. Il seme è dunque principio di formazione di ciò che da esso deriva. Ciò avviene per natura: giacché la nascita viene dal seme. Ma si deve aggiungere che anteriore al seme è ciò di cui il seme è principio: il seme è infatti il processo di formazione, il compimento è la cosa stessa. Ancora anteriore a entrambi è ciò da cui viene il seme. Il seme ha infatti una duplice relazione, con ciò da cui viene e con ciò di cui è principio; e infatti esso è seme sia di ciò da cui proviene (per esempio del cavallo), sia di ciò che da esso deriverà (per esempio del mulo), non però nello stesso modo, ma rispettivamente nel modo che si è detto. Del resto il seme è in potenza, e sappiamo quale sia il rapporto della potenzialità con l'attualità.

Vi sono dunque queste due cause, quella relativa alla finalità e quella relativa alla necessità: molte cose infatti si producono, perché ciò è necessario.

Ci si potrebbe certo porre il problema di stabilire quale necessità intendano coloro che spiegano le cose in base alla necessità: in effetti, nessuno dei due modi della necessità che sono stati definiti negli scritti filosofici è qui adeguato. Ce n'è però un terzo, appunto negli esseri che presentano un processo di formazione: diciamo infatti che il nutrimento è qualcosa di necessario, non secondo quei due modi, ma perché non è possibile che il vivente esista senza di esso. È questa una sorta di necessità condizionale. Come, per esempio, se bisogna spaccare qualcosa con la scure, è necessario che questa sia dura, e se è dura, dev'essere di bronzo o di ferro, così anche, poiché il corpo è uno strumento (ognuna delle parti è infatti finalizzata a qualcosa, e similmente il tutto), è necessario che sia fatto

in tal modo e con tali elementi, se dovrà essere quello strumento.

(*Parti degli animali*, I 1. 641 b 23 - 642 a 13)

Ogni essere in via di formazione, infatti, compie il suo processo da qualcosa e verso qualcosa, cioè a partire da un principio verso un principio, da una prima causa motrice, che già possiede una sua precisa natura, verso una determinata forma o qualche altro simile compimento: così un uomo genera un uomo e una pianta genera una pianta dal rispettivo sostrato materiale. Cronologicamente, dunque, sono per necessità anteriori la materia e la formazione, ma secondo l'ordine logico lo sono l'essenza della cosa stessa e la rispettiva forma. Questo è manifesto solo che si esprima la definizione del processo di formazione: infatti il concetto di costruzione della casa include quello della casa, ma il concetto della casa non include quello della costruzione.

Lo stesso accade in ogni altro caso.

È necessario perciò che la materia degli elementi sia finalizzata alle parti omogenee: queste sono infatti posteriori a quelli nell'ordine del processo, e ad esse sono posteriori le parti non omogenee. Quest'ultime rappresentano a loro volta il compimento e il limite, occupando nell'ordine della composizione il terzo stadio, proprio quello in cui spesso accade giungano a compimento i processi di formazione.

Gli animali constano dunque di questi due tipi di parti, ma quelle omogenee sono finalizzate a quelle non omogenee: di queste ultime, infatti – per esempio l'occhio, le narici, il viso tutto, il dito, la mano, l'intero braccio – sono proprie le operazioni e le funzioni.

Essendo però multiformi le funzioni e i mutamenti

degli animali interi e di tali loro parti, è necessario che ciò di cui queste sono composte presenti proprietà diverse: per alcune funzioni è utile la mollezza, per altre la durezza; alcune parti devono poter tendersi, altre piegarsi. Ognuna delle parti omogenee, dunque, possiede rispettivamente una di tali proprietà (una di esse è molle, un'altra dura, una fluida, un'altra solida, una è elastica, un'altra rigida), mentre quelle non omogenee presentano molte proprietà combinate tra loro: diverse sono per esempio le proprietà che servono alla mano per stringere e per prendere. Perciò le parti che hanno funzione strumentale sono composte di ossa, tendini, carne e così via, e non questi di quelle.

Esser finalizzate a qualcosa è dunque la causa per la quale queste parti sono organizzate nel modo ora detto; se poi si ricerca anche in quale senso ciò sia necessario, appare chiaro che tale rapporto tra di esse era originariamente necessario. È possibile infatti, che le parti non omogenee siano costituite da quelle omogenee, sia da molte sia da una sola di esse: così alcuni dei visceri variano nelle loro forme, benché si possa dire che essi risultano semplicemente da un unico corpo omogeneo.

Al contrario è impossibile che le parti omogenee siano costituite da quelle non omogenee: una parte omogenea consterebbe infatti di molte non omogenee.

È per queste cause, dunque, che alcune delle parti degli animali sono semplici e omogenee, altre composte e non omogenee.

Tra le parti degli animali alcune hanno una funzione strumentale, altre sensoriale; tutte quelle strumentali sono non omogenee, come si è detto prima, mentre la sensazione ha sempre luogo in quelle omogenee, per-

ché ognuno dei sensi è relativo a un solo genere e la parte sensoriale dev'essere atta a ricevere i rispettivi percettibili.

(*Parti degli animali*, II 1. 646 a 30 - 647 a 8)

Come si è detto da principio nei primi libri, non è per il nascere qualificata in un certo modo che, tra quante sono opere della natura disposte e definite, ciascuna è qualificata in un certo modo, ma piuttosto è dovuto all'essere così che esse nascono siffatte. È infatti la generazione che si adegua all'essenza ed è in funzione dell'essenza, non questa della generazione. Gli antichi studiosi della natura ritennero invece il contrario. La causa di ciò è che non vedevano che le cause sono parecchie, ma soltanto la materia e il mutamento, e queste senza distinguerle, mentre non avevano preso in considerazione né l'essenza né il fine. Ogni cosa dunque esiste in funzione di un fine, e si produce sia per questa causa sia per le rimanenti, e tutto ciò che è compreso nell'essenza di ciascuna o è in funzione di un fine o è il fine in vista del quale.

(*Riproduzione degli animali*, VI 1. 778 b 1-13)

12. Teofrasto: le piante e l'ecologia.

Bisogna prendere in considerazione le differenze tra le piante e la loro natura, tenendo conto delle loro parti, delle loro affezioni, del modo di generarsi e di vivere, perché non hanno costumi e attività come gli animali. Le differenze nel modo di generarsi, nelle loro affezioni e nei modi di vita sono più facili da osservare e più semplici, mentre quelle consistenti nelle parti hanno

maggiore complessità. In primo luogo non si è definito sufficientemente quali devono e quali non devono essere chiamate parti, anzi c'è qualche difficoltà. La parte, in quanto è dipendente dalla natura propria della pianta, sembra sempre permanere o assolutamente o non appena nata, come negli animali le parti che sono generate per ultime, a meno che non sia persa per malattia, per vecchiaia o per mutilazione. Alcune parti delle piante sono tali da avere l'essere per un anno, come il fiore, l'amento, la foglia, il frutto, cioè semplicemente tutte le parti che nascono prima dei frutti o contemporaneamente ai frutti.

(*Ricerche sulle piante*, I 1, 1-2)

L'indagine sulle piante verte, per parlare semplicemente, o sulle parti esterne o sulla forma intera o sulle parti interne, come a proposito degli animali le parti che conosciamo dall'anatomia. È necessario distinguere quali parti appartengono a tutte identicamente e quali siano proprie di ciascun genere e poi di esse quali siano simili – intendo dire, per esempio, foglia, radice, corteccia. Ma non deve neppure sfuggire se occorre osservare qualcosa per analogia, come nel caso degli animali, istituendo un rapporto evidentemente con le cose che sono più simili e più perfette. E assolutamente bisogna comparare tutte le cose che sono nelle piante con quelle che sono negli animali, per quanto si può comparare una cosa simile a un'altra.

(*Ricerche sulle piante*, I 1, 4-5)

Poiché l'indagine diventa più chiara se si distinguono gli oggetti in specie, è bene applicare questo metodo dove è possibile. Le specie prime e più importanti, che

comprendono pressoché tutte o la maggior parte delle piante, sono albero, arbusto, suffrutice, erba. Albero è ciò che nasce dalla radice con un solo fusto, avente rami e nodi, non facilmente sradicabile, come l'olivo, il fico, la vite. L'arbusto, invece, è ciò che nasce dalla radice con molti rami, come il rovo e il paliuro. Il suffrutice è ciò che nasce dalla radice con molti fusti e molti rami, come la santoreggia e la ruta. Erba è ciò che proviene dalla radice con le sue foglie, senza fusto, il cui gambo porta i semi di esso, come il frumento e le verdure. Bisogna assumere e accettare queste definizioni come applicabili in generale e a tutto, perché può sembrare che in alcuni casi forse varino, altre diventino diverse ad opera della coltivazione e si allontanino dalla loro natura, come la malva coltivata in alto e arborescente, perché questo avviene in non molto tempo, ma in sei o sette mesi, tanto che in lunghezza e spessore diventa come una lancia, per cui si servono di esse anche come di bastoni, e dopo un periodo maggiore la crescita è proporzionale.

(*Ricerche sulle piante*, I 3, 1-2)

Per queste ragioni non bisogna essere troppo precisi nelle definizioni, ma bisogna assumerle in generale. E allo stesso modo dobbiamo fare le distinzioni, per esempio tra domestiche e selvatiche, fruttifere e sterili, fiorenti e senza fiore, sempreverdi e caduche. Infatti le selvatiche e domestiche paiono distinguersi in base alla coltivazione, poiché – come dice Ippone – ogni pianta può essere selvatica o domestica secondo che riceva cure oppure no. Le fruttifere e infruttuose, fiorenti e senza fiore paiono distinguersi in base ai luoghi e al clima circostante. Allo stesso modo anche le caduche e le sem-

preverdi. Dicono, infatti, che intorno ad Elefantina neppure le viti e i fichi perdano le loro foglie. Tuttavia bisogna dividerle in tali modi, perché c'è qualcosa di comune per natura in alberi, arbusti, suffrutici e erbe. Per i quali, quando si menzionano le cause, è chiaro che bisogna dirle di tutte in comune, e non dare definizioni per ciascuna. Ed è ragionevole supporre che anche queste cause siano comuni a tutte. Ma al tempo stesso sembra esserci una certa differenza naturale tra selvatiche e domestiche, se alcune non possono vivere come quelle coltivate né consentono assolutamente una cura, ma diventano peggiori, come l'abete, il pino, i celastri e assolutamente tutte quelle che amano i luoghi freddi e nevosi, e allo stesso modo anche alcuni dei suffrutici e delle erbe, come il cappero e il lupino. Ma è giusto chiamarle domestiche e selvatiche riferendole ora a queste, ora in generale a ciò che è domestico più di tutto: ma l'uomo solo, o prevalentemente, è domestico.

(*Ricerche sulle piante*, I 3, 5-6)

La generazione degli alberi, e delle piante in generale, avviene o spontaneamente o dal seme o dalla radice o dal pollone o dal ramo o dal ramoscello o dal tronco stesso o ancora dal legno tagliato in piccoli pezzi (infatti anche così nascono alcune piante). Di queste la generazione spontanea è la prima, ma quelle dal seme e dalla radice sembrerebbero le più naturali, perché anch'esse in qualche modo sono spontanee. Per questo si trovano anche nelle specie selvatiche, mentre le altre sono proprie della tecnica o della scelta umana.

(*Ricerche sulle piante*, II 1, 1)

Le generazioni spontanee, per parlare semplicemente, sono proprie delle piante più piccole, soprattutto di quelle annuali ed erbacee. Tuttavia a volte capitano anche a quelle maggiori, quando c'è tempo piovoso o qualche altra particolarità nell'aria e nella terra. Così infatti si dice che il silfio sorgesse in Libia con il sopravvenire di una pioggia simile a pece e densa, e il bosco ora esistente provenisse da un'altra causa di questo genere, perché prima non c'era.

(*Le cause delle piante*, I 5, 1)

Per la crescita e il nutrimento un contributo importantissimo è dato dalla mescolanza dell'aria e in generale dalla costituzione dell'anno, perché quando sopraggiungono opportunamente piogge, buon tempo e inverno, tutte le piante sono robuste e fruttifere, anche se sono in un suolo salato o povero. Perciò non è mal detto il proverbio che « è l'anno, non la terra che porta frutto ». Ma i terreni differiscono anche molto non solo se sono fertili o poveri, piovosi o aridi, ma anche in base all'aria che li circonda e ai venti. Alcuni, infatti, pur essendo poveri e da poco, dànno frutti perché sono ben esposti ai venti marini.

(*Ricerche sulle piante*, VIII 7, 6)

V/ LA TEORIA ARISTOTELICA DELLA SCIENZA

Aristotele, nato a Stagira nel 384-383 a.C., entrò giovanissimo nell'Accademia platonica, ove rimase fino alla morte di Platone nel 348-347. In questa stessa data si allontanò immediatamente da Atene, recandosi prima ad Asso presso il tiranno Ermia, legato ad allievi dell'Accademia platonica, e poi a Mitilene. Nel 342 fu chiamato da Filippo di Macedonia a dirigere l'educazione del figlio Alessandro: a tale compito egli attese sinché Alessandro salì al trono di Macedonia. Allora Aristotele tornò ad Atene dove fondò la sua scuola, il Liceo. In questo periodo egli elaborò gran parte delle sue dottrine, mentre i dialoghi perduti, che in qualche misura riflettevano una maggiore vicinanza alla filosofia platonica, furono composti probabilmente nella prima parte della sua attività. Alla morte di Alessandro nel 323, per evitare ostilità da parte degli ateniesi avversari del re macedone, si riallontanò da Atene, fuggendo a Calcide nell'Eubea, dove morì nel 322-321.

Paradossalmente, mentre sono andati perduti i dialoghi che egli indirizzava al pubblico, sono giunte a noi soltanto opere a uso interno della scuola (appunti per lezioni o ricavati da lezioni) e sconosciute al di fuori, le quali andarono immediatamente smarrite finché non furono ritrovate e pubblicate, nell'età di Silla, da Andronico di Rodi. Tra queste opere, quelle che elaborano più compiutamente la teoria aristotelica della scienza, nella fase della sua maturità, sono i due libri degli *Analitici secondi*, i quali già nell'antichità furono inseriti nel cosiddetto *Organon* (cioè strumento), un insieme di scritti contenenti l'elaborazione di quella disciplina che in seguito fu chiamata « logica ». Gli *Analitici secondi*, insieme con i libri centrali della *Metafisica* e il *De partibus animalium*, rappresentano probabil-

mente il momento più maturo della costruzione filosofica di Aristotele, nel quale egli, pur facendo propri i risultati delle discipline matematiche e biologiche, li interpreta secondo strumenti concettuali propri e li organizza in un insieme sistematico.

Secondo Aristotele il carattere necessario degli oggetti della scienza consente una radicale distinzione della scienza dalla opinione. Analogamente si pongono agli antipodi la scienza e la sensazione. Mentre la sensazione ha per oggetto unicamente l'individuale, cioè il qui e l'ora, la scienza mira all'universale, a ciò che è sempre e ovunque. E l'universale mostra la causa, ossia il perché di determinate relazioni. Se la sensazione mette in presenza in un certo momento e luogo di una eclissi di sole, soltanto la scienza può dimostrare perché avviene l'eclissi di sole in generale, non soltanto quella circoscritta nel tempo e nello spazio da una sensazione. E dimostrare il perché significa dimostrare la causa. In questo senso per Aristotele lo strumento fondamentale della scienza è il sillogismo dimostrativo. Il sillogismo, com'è noto, è costituito di tre proposizioni, delle quali le prime due sono le premesse e la terza la conclusione. Le proposizioni che entrano a costituire un sillogismo sono, a loro volta, enunciati dichiarativi (e non comandi, preghiere ecc.), che possono essere affermativi o negativi. Aristotele privilegia questo tipo di proposizioni perché soltanto esse sono suscettibili di essere vere o false. E la scienza concerne sempre il vero e il falso. Il termine medio è il termine che compare in entrambe le premesse. In particolare, per quanto riguarda la prima figura del sillogismo, esso compare come soggetto nella prima premessa e come predicato nella seconda. L'esempio corrente di sillogismo di prima figura è: 1) tutti gli animali sono mortali; 2) tutti gli uomini sono animali; 3) dunque, tutti gli uomini sono mortali. Il termine medio è « animale ». Ciò significa che l'uomo è mortale perché è animale. Per questa ragione agli occhi di Aristotele il sillogismo di prima figura è il sillogismo propriamente scientifico: esso dimostra la causa. Le premesse, a loro volta, saranno o risultato di dimostrazioni precedenti o proposizioni non suscettibili di dimostrazione e afferrabili mediante l'intelletto. Nell'*Etica Nico-*

machea Aristotele include l'intelletto tra le virtù dianoetiche, cioè tra le virtù che concernono l'esercizio della parte razionale dell'anima. L'intelletto, dunque, è una disposizione non innata, ma acquisibile mediante l'esercizio, a cogliere l'universale in maniera non dimostrativa. E la forma più alta di vita secondo Aristotele, la sapienza, non è altro che l'unione di intelletto e scienza, la capacità di cogliere i primi principi e di dimostrare a partire da essi. Solo il sapiente, dunque, potrà compiutamente contemplare l'ordine del mondo, rintracciandone le cause.

1. L'oggetto della scienza.

Tra le cose che sono, alcune sono sempre nello stesso modo e di necessità, intendendo necessità non nel senso di violenza, ma nel senso di non poter essere altrimenti da come sono; altre cose non sono di necessità, né sono sempre allo stesso modo, ma sono per lo più; ebbene questo è il principio e questa è la causa dell'essere accidentale, perché diciamo che è accidente ciò che non è né sempre né per lo più. Per esempio, se nella stagione della canicola viene un freddo invernale, diciamo che questo è un accidente, ma se viene il caldo e l'arsura, non diciamo che è un accidente, perché questo secondo caso è qualcosa che avviene sempre o per lo più, mentre ciò non si può dire del primo caso. Anche che l'uomo sia bianco è un accidente, perché non lo è né sempre né per lo più, mentre non è un accidente che sia animale. E ancora, che un costruttore guarisca qualcuno è un accidente, perché per natura non è il costruttore che guarisce, ma il medico; e tuttavia il costruttore può per accidente essere medico. Allo stesso titolo può accadere che il cuoco, proponendosi di procurare pia-

cere con il cibo, abbia dato la salute a qualcuno, ma certo ciò non è avvenuto in base alla sua arte di cuoco: perciò diciamo che è stato un accidente, e che c'è un senso in cui il cuoco ha prodotto quell'effetto, anche se non l'ha prodotto lui in assoluto.

Ci sono potenze specifiche che producono le cose non accidentali, mentre non c'è nessuna arte e nessuna potenza determinata che produca le cose accidentali: infatti anche la causa delle cose che sono o divengono per accidente è accidentale. Perciò, poiché non tutte le cose o sono o divengono necessariamente e sempre allo stesso modo, ma la maggior parte delle cose è o diviene per lo più, è necessario che ci sia l'essere accidentale: per esempio, il musico non sempre né per lo più è bianco, ma talvolta lo diventa, e allora lo sarà per accidente; e, se non fosse così, tutte le cose sarebbero necessarie. Ma allora la materia, la quale può essere diversamente da come è per lo più, sarà causa dell'accidente.

Bisogna dunque incominciare con il domandarsi: non c'è nulla, che non sia né sempre né per lo più allo stesso modo? Orbene questo è impossibile. C'è dunque qualche cosa oltre a ciò che è sempre o per lo più allo stesso modo, qualcosa che può essere nell'uno e nell'altro modo, ed è accidentale. Ma, mentre esistono cose che sono per lo più allo stesso modo, forse che non esiste da nessuna parte qualcosa che è sempre allo stesso modo? oppure ci sono cose eterne? Questi sono argomenti intorno ai quali bisognerà indagare in seguito; ma che non ci sia scienza dell'accidentale, è evidente, perché ogni scienza riguarda ciò che è o sempre o per lo più allo stesso modo; altrimenti, come sarebbe possibile impararla o insegnarla? Ciò che si inse-

gna deve essere determinato in base a ciò che avviene sempre o per lo più. Per esempio l'acqua e miele di solito fa bene a chi ha la febbre. E non è possibile tener conto di ciò che fa eccezione: per esempio qualche volta l'acqua e miele non fa bene, come nella luna nuova, senonché anche questo avviene sempre o per lo più, e l'accidente è al di là di questo limite. Si è detto, dunque, che cos'è l'accidente, qual è la sua causa, e che di esso non si dà scienza.

(*Metafisica*, VI 2. 1026 b 27 - 1027 a 28)

Per questa ragione neppure delle sostanze sensibili individuali c'è né definizione né dimostrazione, perché esse hanno materia, la cui natura è tale che può essere e non essere; perciò, tra le sostanze sensibili, tutte quelle che sono individuali sono corruttibili. La dimostrazione riguarda le cose necessarie e la definizione è quella che produce scienza. La scienza non può essere ora scienza e ora ignoranza, perché quella che si comporta a questo modo è l'opinione. Proprio per queste ragioni di ciò che può essere altrimenti da come è, c'è non dimostrazione né definizione, ma soltanto opinione. Perciò è chiaro che delle cose individuali sensibili non c'è definizione né dimostrazione. E le cose che possono perire sfuggono a chi ha la scienza, quando escono dal campo della sensazione, e di esse non c'è né definizione né dimostrazione, anche se si conservano nell'anima i discorsi che le concernono. Perciò, quando qualcuno di quelli che vanno a caccia di definizioni, definisce una cosa individuale, non deve ignorare che è sempre possibile che la sua definizione venga invalidata, perché non è possibile definire quelle cose.

(*Metafisica*, VII 15. 1039 b 27 - 1040 a 7)

Le cose che cerchiamo sono eguali numericamente a quelle che conosciamo. Quattro cose cerchiamo, che una cosa è, perché è, se è, che cosa è. Quando cerchiamo se una cosa sia questo o quest'altro, introducendo una pluralità numerica di termini, per esempio se il sole subisca o no eclissi, cerchiamo il che. Ne è segno il fatto che, con la scoperta che subisce eclissi, cessiamo la ricerca e che, se fin dall'inizio avessimo saputo che subisce eclissi, non avremmo cercato. Ma quando sappiamo che una cosa è, cerchiamo il perché: per esempio, essendo a conoscenza che il sole subisce eclissi e che la terra si muove, cerchiamo perché subisce eclissi e perché si muove. Queste cose noi le cerchiamo in questo modo; altre, invece, diversamente, per esempio se c'è o non c'è un centauro o una divinità. Intendo dire se è o non è semplicemente e non se è o no bianco. E saputo che è, cerchiamo che cosa è, per esempio che cos'è dunque la divinità o che cos'è l'uomo?

(*Analitici secondi*, II 1. 89 b 23-35)

Poiché la sostanza è un principio ed è una causa, bisogna partire di qui. Ogni volta che si cerca il perché di una cosa, si cerca perché una cosa inerisce a un'altra. Infatti cercare perché l'uomo musico è un uomo musico, o è cercare quello che si è detto, cioè perché un uomo è musico, o qualche altra cosa. Cercare perché una cosa è se stessa, non è cercare nulla. Infatti, per dar luogo alla ricerca di un perché, bisogna che risultino già chiaramente un fatto e l'esistenza di una cosa, per esempio che la luna si eclissa. Il fatto che una cosa è se stessa è l'unica ragione e l'unica causa che va bene in tutti i casi in cui si domanda perché

l'uomo è uomo o il musico è musico, a meno che qualcuno intenda dire che una cosa è inseparabile da se stessa, e questo costituisce la sua unità. Ma questo è comune a tutte le cose ed è un cavarsela alla svelta. Ma si potrebbe invece intendere anche che si cerca, domandando perché un uomo è un uomo, perché un uomo è un animale di una certa specie. In tal caso questo è chiaro, che non si cerca perché ciò che è uomo è uomo, e si cerca invece perché qualcosa inerisce a qualche altra; che inerisca deve essere chiaro, perché, se non lo è, non si cerca nulla. Per esempio ci si pone la domanda: perché tuona? Perché si genera un rumore nelle nuvole? E anche in questo caso ciò che si cerca è qualcosa che inerisce a qualche altra. Lo stesso vale anche in quest'altro caso: perché queste cose, per esempio i mattoni e le pietre, costituiscono una casa? È chiaro che si cerca la causa, e questa in alcuni casi è lo scopo, come forse nel caso della casa e del letto, mentre in altri casi è il termine che per primo ha impresso il movimento, ché anche questo è causa. Ma forse questo è il genere di causa che si cerca in relazione ai processi di nascita e di distruzione, mentre l'altro genere si cerca anche in relazione all'essere.

(*Metafisica*, VII 17. 1041 a 9-32)

2. La scienza dimostrativa e il sillogismo.

Non può esserci in generale opinione e scienza dello stesso oggetto se non nel senso in cui, come può esserci vero e falso a proposito dello stesso oggetto, così anche può esserci scienza e opinione dello stesso oggetto. Infatti sostenere, come fanno alcuni, che possa esserci

opinione vera e falsa dello stesso oggetto comporterebbe, tra le altre assurdità, anche l'ammissione che chi opini falsamente non opini affatto. Ma poiché il termine « identico » si dice in molti sensi, in un senso è possibile che opinione vera e opinione falsa abbiano lo stesso oggetto, in un altro no. È assurdo, infatti, affermare che è opinione vera che la diagonale del quadrato sia commensurabile; ma in quanto la diagonale, intorno alla quale vertono un'opinione vera e una falsa, è la stessa, così esse vertono sullo stesso oggetto, ma l'essenza attribuita all'oggetto dalla definizione nei due casi non è la stessa. Analogamente anche la scienza e l'opinione vertono sullo stesso oggetto, perché la scienza concernente l'animale è tale che non è possibile che esso non sia animale, mentre l'opinione è tale che è possibile che esso non sia animale. Per esempio, se la scienza ha per oggetto ciò che è proprio dell'uomo, l'opinione ha per oggetto l'uomo, ma non ciò che è proprio dell'uomo. In quanto uomo l'oggetto è identico, ma non è identico il modo di considerarlo.

Da ciò risulta chiaro che non è neppure possibile avere al tempo stesso opinione e scienza dello stesso oggetto, perché in tal caso si assumerebbe contemporaneamente che lo stesso oggetto possa essere e non essere diversamente da com'è, il che è impossibile. In persone diverse è possibile che ci siano opinione e scienza dello stesso oggetto, come si è detto, ma non è possibile che ci siano nella stessa persona.

(*Analitici secondi*, I 33. 89 a 23 - b 3)

Non è possibile scienza mediante la sensazione. Infatti, anche se la sensazione fosse di una certa proprietà e non di un oggetto determinato, tuttavia sarebbe neces-

sariamente la sensazione di un oggetto determinato in qualche luogo e ora. È impossibile avere la sensazione dell'universale e di ciò che è in tutti, perché esso non è né questo oggetto determinato né ora, altrimenti non sarebbe universale. Infatti diciamo universale ciò che è sempre e ovunque. Poiché, dunque, le dimostrazioni sono universali e non è possibile avere sensazioni degli universali, è chiaro che non è neppure possibile avere scienza mediante la sensazione, anzi è chiaro che, anche se fosse possibile avere la sensazione che nel triangolo la somma degli angoli interni è eguale a due retti, ne cercheremmo la dimostrazione e non ne avremmo ancora la scienza, come invece affermano alcuni. Infatti si ha sensazione necessariamente dell'individuale, mentre la scienza è conoscenza dell'universale. Perciò, anche se trovandoci sulla luna avessimo visto la terra interporsi, non conosceremmo ancora la causa dell'eclissi, perché avremmo la sensazione che ora c'è l'eclissi, ma non il perché in generale, in quanto la sensazione dell'universale non è possibile. Tuttavia dall'osservazione frequente di questo avvenimento, dopo esservi andati a caccia dell'universale, potremmo averne la dimostrazione, perché dal ripetersi di più casi individuali diventa chiaro l'universale e l'universale è pregevole perché mostra la causa.

(*Analitici secondi*, I 31. 87 b 28 - 88 a 6)

Intendo per dimostrazione il sillogismo scientifico e chiamo scientifico il sillogismo in base al quale, per il fatto di possederlo, noi sappiamo. Se dunque il sapere è quale abbiamo posto che fosse, è necessario che la scienza dimostrativa si costituisca a partire da premesse vere, prime, immediate, più note e anteriori rispetto

alla conclusione e cause di essa. In questo modo, infatti, anche i principi saranno propri di ciò che è dimostrato. Si potrà avere un sillogismo anche senza premesse di questo tipo, ma non sarà una dimostrazione, perché non produrrà scienza. Le premesse, dunque, devono essere vere, in quanto non è possibile sapere ciò che non è, per esempio la commensurabilità della diagonale. Deve derivare da premesse prime e indimostrabili, perché altrimenti non si avrà scienza, non avendo la dimostrazione delle premesse, perché l'avere scienza non accidentale di ciò di cui è possibile la dimostrazione è averne la dimostrazione. Inoltre le premesse devono essere cause della conclusione, più conoscibili e anteriori ad essa: cause in quanto abbiamo scienza nel momento in cui conosciamo la causa e anteriori se appunto sono cause e conosciute prima non soltanto nell'altro senso di comprendere che cosa sono, ma anche in quello di sapere che sono. E sono anteriori e più conoscibili in due sensi: infatti non sono la stessa cosa ciò che è anteriore per natura e ciò che è anteriore per noi, né il più conoscibile e il più conoscibile per noi. Intendo per anteriori e più conoscibili per noi le cose più vicine alla sensazione e anteriori e più conoscibili assolutamente le più lontane. E le più lontane sono le più universali, mentre le più vicine sono quelle individuali, e sono opposte le une alle altre. Partire da premesse prime è partire da principi appropriati. Dico, infatti, che primo e principio sono la stessa cosa. Principio è la premessa immediata di una dimostrazione, e immediata è la premessa di cui non ce n'è altra anteriore. La premessa, poi, è una delle parti di un'enunciazione che predica un termine di un altro termine, ed è dialettica se assume indifferentemente una qual-

siasi delle parti e dimostrativa, invece, se ne assume una ben definita, in quanto vera. Ed enunciazione è una qualsiasi delle parti di una contraddizione e la contraddizione è un'antitesi, che non ha di per sé un termine intermedio, e parte di una contraddizione è l'affermazione di qualcosa rispetto a qualcos'altro e, d'altro lato, la negazione di qualcosa rispetto a qualcos'altro.

Tra i principi sillogistici immediati chiamo tesi quello che è impossibile dimostrare e che non deve necessariamente essere posseduto da chi intende apprendere qualcosa, mentre quello che deve necessariamente essere posseduto da chi intende apprendere qualcosa lo chiamo assioma. Ne esistono, infatti, alcuni siffatti e soprattutto ad essi siamo abituati a dare questo nome. Tra le tesi, poi, chiamo ipotesi quella che assume una qualsiasi delle parti della contraddizione, per esempio quando dico che qualcosa è o non è, mentre la tesi priva di questa assunzione è una definizione. La definizione, infatti, è una tesi: l'aritmetico pone come tesi che l'unità sia indivisibile secondo la quantità. Ma non è un'ipotesi, perché non è la stessa cosa dire che cos'è l'unità e che l'unità è.

(*Analitici secondi*, I 2. 71 b 17 - 72 a 24)

Tra le figure sillogistiche la più scientifica è la prima. Le scienze matematiche, infatti, conducono le dimostrazioni per mezzo di essa – per esempio l'aritmetica, la geometria, l'ottica e, si può quasi dire, tutte quelle che indirizzano la ricerca al perché. Sempre, infatti, o per lo più e nella maggior parte dei casi il sillogismo che indica il perché è svolto mediante questa figura, cosicché anche per questo tale figura è soprattutto il sillogismo scientifico: la parte più importante del conoscere,

infatti, è l'esame del perché. Inoltre soltanto per mezzo di essa è possibile mettersi alla caccia della scienza dell'essenza, perché nella seconda figura non si ha sillogismo affermativo, mentre la scienza dell'essenza è scienza di un'affermazione e nella terza figura si ha sillogismo affermativo, ma non universale, mentre l'essenza appartiene alle cose universali: infatti non è solo in un certo senso che l'uomo è un animale bipede. Inoltre la prima figura non ha affatto bisogno delle altre, mentre queste colmano le lacune e si accrescono fino a raggiungere le premesse immediate mediante quella. È chiaro, dunque, che la prima figura è la più importante per la scienza.

(*Analitici secondi*, I 14. 79 a 17-32)

3. L'intelletto e i principi.

Ad alcuni pare che non ci sia scienza per il fatto che è necessario conoscere gli elementi primi, mentre ad altri pare che ci sia, ma che di tutto possa esserci dimostrazione. Nessuna delle due posizioni è vera e necessaria. Infatti, coloro che suppongono che non esista affatto la scienza ritengono di essere ricondotti all'infinito; affermando correttamente che non è possibile conoscere le cose posteriori mediante le anteriori, prima delle quali non ce ne siano altre, perché è impossibile andare all'infinito. Se ci si ferma e vi sono principi, essi sono inconoscibili dal momento che non c'è dimostrazione di essi e questa soltanto, essi dicono, costituisce la scienza. Ma se non è possibile conoscere i principi primi, non è possibile conoscere in modo assoluto e compiuto neppure le loro conseguenze, se non

per ipotesi, ammettendo che i principi primi siano. Gli altri sono d'accordo con questi a proposito della scienza, perché ritengono che sia possibile soltanto mediante la dimostrazione, ma nulla impedisce che possa esservi dimostrazione di tutto: infatti è possibile che la dimostrazione avvenga in circolo e per scambio di premesse.

Noi, invece, diciamo non che ogni scienza sia dimostrativa, ma che quella degli immediati è anapodittica (e che questo sia necessario è chiaro, perché se è necessario conoscere gli antecedenti e ciò da cui deriva la dimostrazione, devono esservi a un certo punto degli immediati ed è necessario che essi siano anapodittici). Così, dunque, noi affermiamo e sosteniamo che esiste non soltanto la scienza, ma anche un certo principio della scienza, per mezzo del quale ne conosciamo i confini. E che sia impossibile dimostrare assolutamente in circolo è chiaro, se la dimostrazione deve procedere da premesse anteriori e più conoscibili. È impossibile, infatti, che le stesse cose siano, al tempo stesso, anteriori e posteriori alle stesse cose, se non in modo diverso, per esempio le une rispetto a noi e le altre assolutamente... Ma se è così, non sarà ben definito il sapere in senso assoluto, anzi sarebbe duplice. O piuttosto la seconda dimostrazione, quella che procede dalle cose più conoscibili per noi, non sarebbe sapere in senso assoluto. A quelli che sostengono la dimostrazione in circolo succede non soltanto ciò che si è detto ora, ma anche di non dire altro se non che « se questo è, questo è ». Ma a questo modo è facile dimostrare tutto. È chiaro che succede questo se si pongono tre termini. Infatti, dire che la dimostrazione si ritorce su se stessa mediante molti o pochi termini non importa affatto, ma importa se mediante pochi o due. Infatti,

quando, se *A* è, necessariamente *B* è e se *B* è, *C* è, allora, se *A* è, *C* sarà. E se, posto che *A* sia, necessariamente *B* è e, posto che *B* sia, necessariamente *A* è (è questo, infatti, il dimostrare in circolo), si ponga che *A* sia indicato da *C*. Dire, dunque, che, se *B* è, *A* è equivale a dire che *C* è, cioè che, se *A* è, *C* è. Ma *C* è la stessa cosa di *A*. Cosicché i sostenitori della dimostrazione in circolo finiscono per non dire altro se non che, se *A* è, *A* è. Ma in questo modo è facile dimostrare tutto.

(*Analitici secondi*, I 3. 72 b 5 - 73 a 6)

Che non sia possibile conoscere dimostrativamente senza conoscere i primi principi immediati, si è detto prima. Ma qualcuno potrebbe sollevare la questione se la conoscenza dei principi immediati sia la stessa o no della conoscenza della dimostrazione, se la scienza abbia per oggetto principi e dimostrazione oppure se della dimostrazione vi sia scienza, mentre dei principi vi sia qualche altro genere di conoscenza e se le disposizioni ai principi s'ingenerino in noi senza essere innate oppure se siano innate, senza che ce ne avvediamo. Se le avessimo in noi si avrebbe un'assurdità, perché succederebbe che, pur avendo conoscenze più accurate della dimostrazione, non ce ne accorgeremmo. Ma se le acquistassimo senza possederle prima, come potremmo conoscere e apprendere, non procedendo da una conoscenza preesistente? È impossibile, infatti, come anche dicevamo a proposito della dimostrazione. È chiaro, dunque, che non è possibile possederle fin da principio, né tale conoscenza può ingenerarsi in coloro che ne sono ignoranti e non hanno alcuna disposizione. È necessario, allora, avere una certa facoltà, ma non tale da

essere più apprezzabile per accuratezza di queste. Sembra che questa facoltà appartenga a tutti gli animali. Infatti essi hanno una connaturata facoltà discriminativa, che è chiamata sensazione. Ma, pur essendo innata la sensazione, in alcuni animali si produce la permanenza dell'impressione sensibile, in altri no. Quelli nei quali non si produce tale permanenza, non hanno o totalmente o solo a proposito di certi oggetti, dei quali non si produce la permanenza dell'impressione sensibile, conoscenza diversa dalla sensazione, mentre quelli nei quali permangono tali impressioni, possono anche conservarle nell'anima. Avvenute molte stabilizzazioni di questo genere, ha luogo allora una certa differenza, cosicché in alcuni animali dal permanere di tali impressioni sensibili si genera un ragionamento, in altri invece no.

Dalla sensazione proviene dunque il ricordo, come si suol dire, e dal ricordo sovente ripetuto dello stesso oggetto proviene l'esperienza: i ricordi, infatti, molti di numero, costituiscono un'unica esperienza. Dall'esperienza, poi, ossia dallo stabilizzarsi dell'intero universale nell'anima, dell'uno distinto dai molti, che inerisce a tutti, ma rimanendo unico e identico, proviene il principio della tecnica e della scienza, della tecnica se concerne il divenire e della scienza se concerne l'essere. Non esistono pertanto disposizioni innate definite né disposizioni provenienti da altre disposizioni più conoscibili, ma disposizioni provenienti dalla sensazione; come in battaglia, avvenuta la fuga, se un soldato si ferma, un altro si ferma e poi un altro ancora finché si giunge al principio. L'anima è tale che può succederle questo. Quanto si è detto precedentemente, ma non in modo chiaro, ripetiamolo ora. Infatti, quando

si ferma un solo oggetto tra quelli privi di differenze, allora si ha per la prima volta nell'anima un universale (infatti si percepisce l'individuale, ma la sensazione è dell'universale, per esempio dell'uomo, non dell'uomo Callia). Di nuovo in questi universali si ha poi un arresto, finché si fermano gli oggetti privi di parti e gli universali, per esempio da questo animale determinato fino ad animale e così via. È chiaro, allora, che dobbiamo conoscere i principi primi con l'induzione. E infatti in questo modo la sensazione produce l'universale.

Ma poiché tra le disposizioni concernenti il pensiero, con le quali cogliamo la verità, alcune sono sempre vere, altre invece ammettono il falso, per esempio l'opinione e il ragionamento, mentre la scienza e l'intelletto sono sempre veri e poiché nessun altro genere di conoscenza è più esatto della scienza, eccetto l'intelletto, e i principi delle dimostrazioni sono più conoscibili e ogni scienza richiede il ragionamento, non sarebbe possibile una scienza dei principi. Ma poiché non è possibile che ci sia nulla di più vero della scienza se non l'intelletto, sarà l'intelletto a concernere i principi; da ciò risulta che principio della dimostrazione non è un'altra dimostrazione e che pertanto neppure principio della scienza è un'altra scienza. Se dunque non abbiamo alcun altro genere di vero al di fuori della scienza, l'intelletto sarà il principio della scienza. E questo sarà il principio del principio, mentre ogni scienza è nello stesso rapporto rispetto a ogni oggetto.

(*Analitici secondi,* II 19. 99 b 20 - 100 b 17)

4. Principi propri e principi comuni.

Si cercano i principi e le cause delle cose che sono, ma, è chiaro, in quanto sono. C'è qualcosa che è causa della salute e dello star bene, ci sono principi, elementi e cause degli enti matematici, e, in generale, ogni scienza che consista di ragionamenti o che di questi si serva almeno in parte, verte intorno a cause e a principi, più rigorosi o più approssimativi. Ma tutte queste scienze, si delimitano un qualche essere e un qualche genere, e trattano di questo, e non dell'essere in assoluto né in quanto è, né dànno nessuna ragione dell'essenza, ma partono dall'essenza, e alcune la chiariscono mediante la sensazione, altre l'assumono come ipotesi, eppoi fanno dimostrazioni, un po' più stringenti o un po' più deboli, intorno alle cose che ineriscono di per sé al genere del quale si occupano.

(*Metafisica,* VI 1. 1025 b 2-13)

Scienza unitaria è quella di un unico genere, cioè di tutte le cose che sono composte dagli elementi primi di un genere e sono parti del genere o proprietà essenziali di queste parti. Ogni scienza è diversa da un'altra, se i loro principi non derivano dagli stessi principi o i principi dell'una non derivano dai principi dell'altra. Se ne ha un segno quando si va ai principi anapodittici, perché essi devono appartenere allo stesso genere delle proposizioni dimostrate a partire da essi. E anche di questo si ha un segno, quando le proposizioni dimostrate mediante questi principi risultano appartenenti allo stesso genere e congeneri ai principi.

(*Analitici secondi,* I 28. 87 a 38 - b 4)

Intendo per principi in ciascun genere quelli dei quali non è possibile dimostrare che sono. Si assume, dunque, che cosa significhino sia i principi sia le loro conseguenze, ma che siano per i principi è necessario assumerlo, mentre per le loro conseguenze, è necessario dimostrarlo – per esempio che cosa significhino unità, retto, triangolo; ma è necessario assumere che l'unità è e la grandezza è e il resto, invece, dimostrarlo.

Alcuni dei principi dei quali si fa uso nelle scienze dimostrative sono propri di ciascuna scienza, mentre altri sono comuni, ma comuni per analogia, dal momento che di essi è utile solo quanto rientra nel genere sottoposto a quella scienza. Per esempio, principi propri sono che la linea sia tale e il retto sia tale, mentre sono principi comuni che, se da eguali si tolgono eguali, i resti sono eguali. Ma di questi ultimi è sufficiente quanto rientra nel genere in questione: infatti farà lo stesso, anche se li si assume non per tutti gli oggetti, ma solo per le grandezze e nell'aritmetica, invece, solo per i numeri.

Sono principi propri quelli dei quali si assume che siano e a proposito dei quali la scienza studia le proprietà inerenti di per sé; per esempio l'aritmetica studia le unità e la geometria i punti e le linee. Di queste, infatti, esse assumono che siano e che siano in un certo modo, mentre delle loro affezioni inerenti per sé assumono che cosa significhi ciascuna di esse, per esempio l'aritmetica che cosa significhino pari e dispari, quadrato e cubo, mentre la geometria che cosa significhino l'irrazionale o l'intersecare o il convergere; ma che siano lo dimostrano mediante i principi comuni e a partire da proposizioni già dimostrate. E allo stesso

modo procede l'astronomia. Infatti ogni scienza dimostrativa verte intorno a tre cose, a quanto si pone che sia (cioè il genere, del quale la scienza studia le affezioni inerenti di per sé), i principi comuni detti assiomi, dai quali come primi si effettuano le dimostrazioni e in terzo luogo le affezioni, di ciascuna delle quali assume che cosa significhi. Nulla impedisce, tuttavia, che alcune scienze trascurino alcune di queste, per esempio non suppongano che il genere sia, se è evidente che è (infatti non è evidente allo stesso modo che il numero sia e che il freddo e il caldo siano), e non assumano che cosa significhino le affezioni, se ciò è chiaro; come neppure assumano che cosa significhino i principi comuni, per esempio che da eguali, tolti eguali, i resti sono eguali, in quanto lo si considera noto. E tuttavia per natura sono tre questi elementi: ciò intorno a cui si dimostra, ciò che si dimostra e ciò a partire da cui si dimostra.

Non è né ipotesi né postulato ciò che è necessario che sia di per sé e sia considerato di per sé, perché la dimostrazione non è in rapporto al discorso esterno, ma al discorso interno nell'anima, poiché così è anche per il sillogismo. È sempre possibile, infatti, muovere obiezioni al discorso esterno, ma non sempre a quello interno. Tutte le cose, dunque, che si assumono come dimostrabili, pur senza averle dimostrate, se si assumono come ritenute vere da chi apprende, allora sono assunte come ipotesi e l'ipotesi non è in senso assoluto, ma soltanto in rapporto a colui che apprende, mentre se, non essendoci alcuna opinione oppure essendoci addirittura un'opinione contraria, si assumono egualmente, allora sono assunte come postulato. In questo differiscono l'ipotesi e il postulato, in quanto il postulato è ciò che è contrario all'opinione di chi apprende

o ciò che si assume e si impiega come dimostrato, pur senza averlo dimostrato.

Le definizioni, d'altra parte, non sono ipotesi (infatti non si dice affatto che è o non è), ma le ipotesi sono presenti nelle premesse, mentre le definizioni devono soltanto essere comprese. Ma questo non è un'ipotesi (a meno che non si voglia dire che anche l'ascoltare è un'ipotesi), anzi sono ipotesi quelle premesse, essendo le quali, per il fatto di essere, originano la conclusione. Né il geometra pone ipotesi false, come sostennero alcuni, dicendo che non bisogna far uso di ciò che è falso e che, invece, il geometra afferma il falso, quando dice lunga un piede o retta quella linea da lui disegnata, che non è né lunga un piede né retta. Il geometra, invece, non trae alcuna conclusione dal fatto che tale linea sia quella di cui egli stesso ha parlato, anzi trae le conclusioni che sono chiarite per mezzo di questo.

(*Analitici secondi*, I 10. 76 a 31 - 77 a 2)

Si dice elemento il componente primo di una cosa, che inerisce a quella cosa, ed è indivisibile per specie, nel senso che non può essere diviso in componenti che siano diversi specificamente da esso: per esempio gli elementi della voce sono ciò di cui la voce è costituita, e i termini ultimi, nei quali essa si divide, son tali che non possono essere divisi in altri suoni che siano specificamente diversi, e se si dividono, si dividono in parti omogenee per specie, come, per esempio, la parte dell'acqua è ancora acqua, mentre non può dirsi la stessa cosa della sillaba. In questo senso intendono anche gli elementi dei corpi coloro che li ammettono, cioè come i termini ultimi nei quali si dividono i corpi, e che

non sono più divisibili in parti ulteriori specificamente diverse; e siano poi uno o più di uno, li chiamano elementi.

In senso affine a questo si intendono anche gli elementi delle prove geometriche e, in generale, gli elementi delle dimostrazioni. Infatti le dimostrazioni prime, che ineriscono anche in molte altre dimostrazioni, si chiamano appunto elementi delle dimostrazioni: si tratta dei sillogismi primi che sono costituiti di tre termini attraverso un unico medio.

(*Metafisica*, V 3. 1014 a 26 - b 3)

5. La classificazione delle scienze.

Anche la fisica verte intorno a un genere determinato dell'essere, cioè intorno alla sostanza che contiene in se stessa il principio del movimento e della quiete. È chiaro, perciò, che essa non è né pratica né produttiva, perché il principio delle cose che si producono risiede in chi produce, sia esso l'intelletto, o l'arte o una qualche potenza, e il principio delle azioni che si fanno risiede in colui che le fa, ed è la scelta, perché son la stessa cosa quella che vien fatta e quella che viene scelta. Perciò, se le cose possono essere considerate solo dal punto di vista pratico o produttivo o teoretico, la fisica dovrebbe essere teoretica, ma teoretica intorno all'essere che ha il potere di muoversi e intorno alla sostanza, considerata secondo la sua definizione, per lo più solo in quanto non è separata dalla materia. Non bisogna che sfugga il modo d'essere dell'essenza sostanziale e della definizione, perché altrimenti è impresa senza esito condurre una ricerca. Delle

cose che costituiscono oggetto di definizione e delle essenze alcune sono come il camuso, altre come il concavo. C'è questa differenza tra l'uno e l'altro: che camuso viene preso con la materia, dal momento che il camuso è un naso concavo mentre la concavità sta senza materia sensibile. Ora, tutti gli oggetti naturali, come naso, occhio, viso, carne, osso e in generale animale, foglia, radice, corteccia e in generale pianta si definiscono in modo analogo a camuso, cioè non c'è definizione di nessuno di essi che non si riferisca al movimento, e la loro definizione comprende sempre la materia. È chiaro allora in che modo bisogna cercare e definire l'essenza nelle cose naturali, e perché spetta al fisico considerare anche alcune parti dell'anima, cioè quelle che non stanno senza materia. Da queste cose risulta dunque che la fisica è teoretica.

Ma anche la matematica è teoretica: se essa consideri cose immobili e separate, ora non è chiaro, ma è chiaro che alcune parti della matematica considerano i loro oggetti in quanto immobili e in quanto separati. Se c'è qualcosa di eterno, immobile e separato, è evidente che spetta a una scienza teoretica conoscerlo; ma non spetta alla fisica, che considera enti mobili, né alla matematica, ma a una disciplina che precede l'una e l'altra. La fisica verte intorno a cose separate, ma non immobili; alcune parti della matematica vertono intorno a cose immobili, ma forse non separate, bensì come incorporate nella materia; la scienza prima verte intorno a cose separate e immobili. E queste cose, soprattutto, sono cause eterne, se tutte le cause sono necessariamente eterne, perché queste cose sono le cause degli esseri divini che ci appaiono. Perciò tre dovrebbero

essere le filosofie teoretiche: la matematica, la fisica, la teologia.

(*Metafisica*, VI 1. 1025 b 18 - 1026 a 19)

Bisogna indagare in che cosa differisce il matematico dal fisico (anche i corpi fisici, infatti, hanno superfici, volumi, lunghezze e punti, sui quali studia il matematico). Inoltre bisogna anche indagare se l'astronomia è una scienza diversa o è una parte della fisica, perché, se è compito del fisico sapere che cos'è il sole o la luna, è assurdo che egli non sappia nulla delle loro proprietà essenziali, tanto più che coloro i quali parlano della natura e della figura della luna e del sole paiono studiare anche se la terra e il cosmo siano sferici o no. Di queste cose, dunque, si occupa anche il matematico, ma non in quanto ciascuna di esse è il limite di un corpo fisico; né egli osserva le proprietà in quanto proprietà di oggetti di questo genere. Anche per questo egli le separa: infatti per il pensiero sono separabili dal movimento e non importa nulla che ciò avvenga né si produce errore separandole... Il dispari e il pari, il retto e il curvo e inoltre il numero, la retta, la figura saranno senza movimento, mentre la carne, l'osso e l'uomo non lo saranno affatto, anzi si parla di queste cose come del naso camuso, non curvo. Lo mostrano anche le discipline matematiche più vicine alla fisica, come l'ottica, l'armonica e l'astronomia, perché esse hanno un rapporto inverso con la geometria. Infatti la geometria studia la linea fisica, ma non in quanto fisica; mentre l'ottica studia la linea matematica, ma non in quanto matematica, bensì in quanto fisica.

(*Fisica*, II 2. 193 b 23 - 194 a 12)

Non è possibile dimostrare passando da un genere all'altro, per esempio un argomento geometrico mediante l'aritmetica. Tre, infatti, sono gli elementi nelle dimostrazioni, uno ciò che si dimostra, la conclusione (e questo è ciò che è inerente di per sé a qualche genere), l'altro sono gli assiomi (ossia ciò a partire da cui si dimostra) e terzo il genere sottoposto, del quale la dimostrazione indica le proprietà e gli attributi essenziali. Gli assiomi a partire dai quali si ha la dimostrazione possono essere identici, ma per le cose il cui genere è diverso, come l'aritmetica e la geometria, non è possibile che la dimostrazione aritmetica si adatti alle proprietà delle grandezze, a meno che le grandezze non siano numeri... Ma la dimostrazione aritmetica ha sempre un genere intorno al quale verte la dimostrazione e così è anche per le altre dimostrazioni, cosicché, se la dimostrazione intende passare da un genere all'altro, è necessario che il genere sia lo stesso o in assoluto o sotto qualche aspetto. Che altrimenti sia impossibile è evidente, perché è necessario che gli estremi e i medi [dei sillogismi] provengano da uno stesso genere. Infatti se non saranno inerenti di per sé, saranno accidentali. Per questo con la geometria non è possibile dimostrare che unica è la scienza dei contrari, ma neppure che il prodotto di due numeri cubici è un numero cubico; né con nessun altra scienza ciò che è proprio di un'altra scienza, eccetto in quelle che sono in rapporti reciproci tali da essere l'una subordinata all'altra, per esempio l'ottica in rapporto alla geometria e l'armonica in rapporto all'aritmetica. Né è possibile dimostrare se qualcosa inerisce alle linee, non in quanto linee né in quanto derivanti da principi propri, per esempio se la linea più bella sia la retta

o se essa sia contraria alla circonferenza, perché queste proprietà sono inerenti alle linee non in quanto loro genere proprio, ma in quanto sono qualcosa di comune anche ad altro.

(*Analitici secondi*, I 7. 75 a 38 - b 20)

Alcuni non accolgono nulla di ciò che si dice se non è detto in forma matematica, altri se non è detto sotto forma di esempi, altri pretendono che si portino le testimonianze dei poeti. Alcuni poi vogliono che ogni cosa sia detta con rigore, ad altri invece il rigore dà fastidio, o perché non possono seguire, o perché lo considerano semplice pignoleria. E nel rigore c'è qualcosa di questo genere, tanto che ad alcuni sembra illiberale nei discorsi come nei contratti. Perciò noi dovremmo essere già stati istruiti sul modo in cui ogni tipo di argomento deve essere accolto, perché è assurdo condurre insieme la ricerca sulla scienza e sul modo di impararla, dal momento che di queste cose una non è più facile dell'altra. Bisogna pretendere il rigore della matematica non in tutte le cose, ma soltanto in quelle che non hanno materia. Perciò del rigore matematico non si può avvalere il fisico, perché si può dire che tutta la natura ha materia.

(*Metafisica*, II 3. 995 a 6-17)

6. La gerarchia tra le scienze.

Qualche maggior chiarimento si potrebbe avere, se si prendessero in considerazione le opinioni correnti sulla natura del sapiente. In primo luogo riteniamo che il sapiente conosca tutte le cose, nella misura del possibile, senza avere scienza di ciascuna di esse in par-

ticolare. In secondo luogo, riteniamo che sia sapiente colui che è in grado di conoscere le cose difficili, cioè non facilmente conoscibili per l'uomo: tutti gli uomini hanno sensazioni, e perciò è facile disporne, ma nessuno è sapiente perché ha sensazioni. Infine riteniamo che in ogni scienza è più sapiente chi conosce con maggior rigore e sa insegnare meglio le cause. E, del resto, anche nei rapporti tra le scienze, si ritiene che la scienza che viene scelta di per se stessa e in vista del puro conoscere sia sapienza più di quella che viene scelta in vista delle conseguenze che ne derivano, e che la scienza che dirige sia sapienza più di quella che è sottomessa: infatti il sapiente non deve essere oggetto di ordini, ma deve darne egli stesso, e non deve ubbidire, ché, anzi, deve essere ubbidito da chi è meno sapiente.

Tali e tanti sono i modi in cui concepiamo la sapienza e il sapiente. Di queste proprietà quella di conoscere tutte le cose appartiene necessariamente a chi ha la scienza universale nel grado più alto, perché costui conoscerà in qualche modo tutti i casi che ricadono sotto l'universale. Forse queste cose, intendo dire gli universali massimi, sono anche le più difficili da conoscere da parte degli uomini, perché sono le più lontane dalle sensazioni. Tra le scienze le più rigorose son quelle che si occupano soprattutto di ciò che è primo, e infatti le scienze che derivano da un numero minore di premesse sono più rigorose delle scienze che ne discendono per mezzo dell'aggiunta di nuove premesse: per esempio, l'aritmetica è più rigorosa della geometria. (*Metafisica*, I 2. 982 a 6-28)

Una scienza è più rigorosa e anteriore a un'altra

quando è la stessa a studiare il che e il perché e non il che separato dal perché: così quella che studia proprietà non in rapporto a un soggetto è più rigorosa e anteriore a quella che studia proprietà in rapporto a un soggetto, come per esempio l'aritmetica lo è dell'armonica; così la scienza che procede da meno elementi lo è di quella che procede da un numero maggiore per addizione, per esempio l'aritmetica della geometria. Intendo per numero maggiore dovuto ad addizione, per esempio, che, mentre l'unità è sostanza senza posizione, il punto è sostanza dotata di posizione. E questa si ha per addizione.

(*Analitici secondi*, I 27. 87 a 31-37)

Tali sono tutte le scienze che sono in rapporti reciproci tali che una è subordinata all'altra, per esempio l'ottica rispetto alla geometria, la meccanica rispetto alla stereometria, l'armonica rispetto all'aritmetica, i fenomeni dell'osservazione rispetto all'astronomia. Alcune di queste scienze sono, per così dire, sinonime, come l'astronomia matematica e quella nautica, l'armonica matematica e quella che si fonda sull'udito. In questo caso, infatti, è compito delle discipline della sensazione conoscere il che e di quelle matematiche, invece, conoscere il perché, in quanto quest'ultime hanno le dimostrazioni delle cause e spesso non conoscono il che, come quelli che indagano l'universale spesso non conoscono alcune delle cose singole, per mancanza di esame. Sono tali tutte quelle che fanno uso di forme, pur differenziandosi quanto alla sostanza. Infatti le matematiche concernono forme e non qualche soggetto determinato; e le proposizioni geometriche, anche se si riferiscono a qualche soggetto determinato, non sono

tali in base a questo riferimento. Come l'ottica sta alla geometria, così un'altra scienza sta all'ottica, per esempio lo studio dell'arcobaleno. Infatti è compito del fisico conoscere il che, mentre conoscere il perché è compito dell'ottico o in senso assoluto o in quanto si fonda sulla matematica. Ma molte scienze, anche non subordinate le une alle altre, sono in questa situazione: per esempio la medicina in rapporto alla geometria. Infatti è compito del medico sapere che le ferite circolari guariscono più lentamente, ma è compito del geometra sapere il perché.

(*Analitici secondi*, I 13. 78 b 35 - 79 a 16)

La scienza più degna di onore deve vertere intorno al genere più degno di onore. Le scienze teoretiche sono quelle che meritano di essere scelte più di tutte le altre scienze, e la teologia merita di essere scelta più di tutte le altre scienze teoretiche.

Si potrebbe sollevare questa difficoltà: se la filosofia prima sia universale, oppure verta intorno a un qualche genere o a qualche natura unica; del resto neppure la matematica è sempre allo stesso modo, ma la geometria e l'astronomia vertono intorno a una natura particolare, mentre la matematica universale è comune a tutte. Se non ci fosse una qualche altra sostanza, oltre a quelle che sono costituite naturalmente, la fisica sarebbe la scienza prima; ma, se c'è una qualche sostanza immobile, la scienza che la considera precede la fisica, costituisce la filosofia prima, è universale proprio perché è prima, e sarebbe suo compito speculare intorno all'essere in quanto è, alla sua essenza e alle proprietà che appartengono a esso in quanto è.

(*Metafisica*, VI 1. 1026 a 21-32)

Bisogna dire se appartiene a un'unica scienza o a scienze diverse indagare intorno a quelli che in matematica si chiamano assiomi e intorno alla sostanza. È evidente che anche la ricerca intorno agli assiomi spetta a un'unica scienza, e che questa è la scienza del filosofo. Essi infatti appartengono a tutte le cose che sono, e non a un qualche loro genere, che stia separato dagli altri. E tutti ne fanno uso, perché appartengono all'essere in quanto essere, e ciascun genere è; ma ciascuno ne fa uso nella misura in cui ne ha bisogno, cioè nella misura in cui si riferiscono al genere intorno al quale conduce le proprie dimostrazioni. Sicché, poiché è chiaro che appartengono a tutte le cose nella misura in cui sono (perché è proprio l'essere che è comune a tutte le cose che sono), la loro considerazione spetta a colui che conosce l'essere in quanto essere. Perciò nessuno di quelli che conducono ricerche particolari, sia geometra o aritmetico, tenta di dire qualcosa intorno a quegli assiomi, per stabilire se son veri o no. Alcuni fisici lo hanno fatto, ed è comprensibile: credevano di essere gli unici a indagare intorno a tutta la natura nel suo complesso e intorno all'essere. Ma, poiché c'è ancora qualcuno che sta più in alto del fisico, perché la natura è soltanto uno dei generi dell'essere, a chi studia l'universale e la sostanza prima spetta anche indagare intorno a questi principi; e la fisica è una forma di sapienza, ma non la prima forma di sapienza. Tutti i tentativi di alcuni che, trattando della verità, cercano di dire in che modo si deve ammettere come vera una proposizione sono dovuti alla mancanza di cultura in fatto di analitica: perché bisogna già conoscere l'analitica prima di venire qui, e non bisogna più avere dubbi di quel genere quando si ascoltano queste lezioni.

È chiaro dunque che la considerazione dei principi sillogistici spetta al filosofo e a colui che considera la natura della sostanza nel suo complesso. Chi meglio conosce ciascun genere deve poter enunciare i principi più sicuri, sicché anche chi considera gli esseri in quanto esseri dovrà poter enunciare i principi più sicuri di tutte le cose. E costui è il filosofo. Il principio più sicuro di tutti è quello intorno al quale è impossibile essere nel falso. Questo principio è necessariamente il più conoscibile (perché tutti sbagliano sulle cose che non conoscono), e non ipotetico, perché non è una ipotesi il principio che deve necessariamente possedere chi voglia comprendere una qualsiasi delle cose che sono, e quando si vuole arrivare a conoscere qualcosa, è necessario possedere già ciò che si deve necessariamente conoscere per conoscere una cosa qualsiasi. Che dunque questo sia il principio più sicuro di tutti è chiaro; diciamo ora quale sia questo principio. È impossibile che la stessa cosa insieme inerisca e non inerisca alla medesima cosa e secondo il medesimo rispetto.

(*Metafisica*, IV 3. 1005 a 19 - b 20)

VI/ L'ETÀ DEI TRATTATI

Alessandria di Egitto fu fondata da Alessandro nel 332 a.C. e diventò poi capitale del regno dei Tolomei. Tolomeo I Soter, divenuto re nel 305 a.C., chiamò alla sua corte celebri intellettuali e, su consiglio dell'aristotelico Demetrio Falereo, fondò una sede degli studi detta Museo, in onore delle Muse, ove convennero a svolgere ricerche moltissimi studiosi e, tra i primi, l'aristotelico Stratone di Lampsaco, che in seguito successe a Teofrasto nella direzione del Liceo ad Atene (dal 287 al 269). Nel Museo, oltre ad alloggi per i suoi membri, esisteva una ricchissima attrezzatura scientifica: una delle biblioteche più ingenti del mondo allora conosciuto, osservatori per astronomi, sale di sezionamento per i medici, un giardino zoologico e un orto botanico. Il compito principale degli scienziati del Museo era la ricerca più che l'insegnamento. La massima fioritura di tale istituzione dura per l'intero secolo III fino alla metà del secolo II a.C., quando fu danneggiata durante una guerra civile.

Verso il 300 a.C., sotto il regno di Tolomeo I, fiorì Euclide, autore di vari scritti a noi conservati (*Ottica*, *Dati* ecc.), i più celebri dei quali sono i tredici libri degli *Elementi*, nei quali egli sistemò rigorosamente le conoscenze matematiche secondo un rigoroso ordine assiomatico. Egli distinse tre tipi di principi: i termini (che sono in gran parte definizioni), i postulati (proposizioni che si richiede di ammettere in vista di determinati obiettivi) e gli assiomi veri e propri, da lui chiamati nozioni comuni. Un suo contributo personale dovette essere la teoria del parallelismo, mediante il quinto postulato, che può essere interpretato come volto a stabilire la condizione di costruibilità, cioè di esistenza, di un punto come intersezione di due rette. Com'è

noto, il quinto postulato, equivalente all'affermazione che per un punto assegnato esiste una e una sola retta parallela a una retta data e che la somma degli angoli interni di un triangolo è eguale a due retti, sarebbe poi stato al centro della discussione delle geometrie non-euclidee, tutte volte in qualche modo a rifiutarlo.

Sempre ad Alessandria operò Aristarco di Samo (310-230 a.C. circa), discepolo di Stratone di Lampsaco. Di lui è conservata l'opera *Sulle dimensioni e le distanze del sole e della luna*, costruita secondo una struttura euclidea, con ipotesi iniziali e teoremi dimostrati a partire da tali ipotesi. In particolare, l'ipotesi 3 sostiene che i centri del sole, della terra e della luna formano un triangolo rettangolo con l'angolo retto al centro della luna, cosicché misurando l'angolo che ha il vertice sulla terra si potrà determinare il rapporto della distanza tra la luna e la terra con quello tra la terra e il sole. Ma occorre tener conto che l'ipotesi 4, secondo la quale la distanza angolare della luna dal sole è di 87°, è inesatta (in realtà è di 89°). Archimede, nella sua opera intitolata *Arenario*, testimonia che Aristarco avrebbe sostenuto una teoria eliocentrica, che non fu però accolta, come si è detto.

Archimede (287-212 a.C.) nacque a Siracusa da Fidia, parente del tiranno Gerone, ma studiò ad Alessandria, ove strinse amicizia con Conone di Samo, Dositeo di Pelusio e Eratostene di Cirene (noto anche per aver tentato la misurazione della circonferenza della terra), con i quali mantenne contatti anche dopo il suo ritorno a Siracusa. E qui trascorse la maggior parte della sua vita, morendo durante la presa della città da parte dei Romani guidati da Marcello, nonostante che le sue invenzioni di macchine belliche avessero dato gravi preoccupazioni agli assedianti. Di Archimede è fortunatamente conservato un certo numero di scritti: *Della sfera e del cilindro*, studi su conoidi, sferoidi, spirali e parabola e *Sull'equilibrio dei piani*, nel quale pone i fondamenti della meccanica razionale, determinando i centri di gravità di numerose figure geometriche. Agli inizi di questo secolo il filologo danese Heiberg scoprì a Costantinopoli uno scritto intitolato *Metodo sui teoremi meccanici. Archimede ad Eratostene*, nel quale Archimede svela

qual era il suo metodo per l'invenzione di risultati. Mentre per dimostrare questi risultati egli usava sostanzialmente il metodo di esaustione, per scoprirli egli applicava a figure geometriche ragionamenti analoghi a quelli impiegati in questioni meccaniche, usando i concetti di momento statico, equilibrio, centro di gravità. In tal modo egli riusciva a risolvere problemi di quadratura. Ma è da sottolineare che la scuola di Alessandria accolse tale metodo con totale indifferenza: la struttura euclidea era ormai assurta a modello.

Notizie sui medici alessandrini, dei quali abbiamo soltanto frammenti, sono conservate soprattutto da Galeno. Ma Celso, vissuto nel secolo I d.C., autore di una sorta di enciclopedia della quale ci è rimasto solo il volume *De re medica*, fornisce nell'introduzione a quest'opera un panorama generale delle due tendenze contrapposte della medicina alessandrina. Da una parte Erofilo di Calcedone, fiorito verso il 300 a.C., dà ampio sviluppo alle ricerche anatomiche (in particolare del sistema nervoso e del cervello), che prima erano svolte solo casualmente. Accanto a lui si colloca Erasistrato, che ad Alessandria insegnò anatomia e fisiologia, ma che è noto soprattutto per le sue ricerche di fisiologia, nelle quali tenne conto anche della teoria atomistica in connessione con la dottrina del pneuma. In particolare egli studiò i problemi della circolazione, della nutrizione e della crescita. Sul versante opposto si collocano i cosiddetti empirici: Filino di Cos, allievo di Erofilo, e il suo più giovane contemporaneo Serapione di Alessandria, che si scagliarono contro la medicina istituzionale insegnata ad Alessandria, da essi considerata come una costruzione dottrinale priva di contatti con l'esperienza, così come Pirrone e gli Accademici rifiutavano le sistematizzazioni del platonismo. In tal modo essi accentuavano radicalmente l'empirismo de *La medicina antica*, insistendo sui momenti dell'autopsia e dell'istoria (ricordo di osservazioni). È da ricordare che, dopo Erofilo e Erasistrato, cominciò a formarsi la separazione tra medicina e chirurgia, ignota alla medicina ippocratica, che avrebbe dominato fino agli inizi dell'età moderna.

Erone, vissuto nella seconda metà del secolo I d.C., ap-

partiene ormai a un'altra epoca, ma la sua opera è per larga parte legata alla tradizione dell'età alessandrina. Nei suoi scritti, *Meccanica, Pneumatica, Catottrica* ecc., egli sistematizza ricerche precedenti (dai *Problemi meccanici* attribuiti ad Aristotele alle ricerche di ingegneria di Ctesibio e così via), ma sottolineando al tempo stesso come tali discipline servissero non soltanto a provvedere a esigenze necessarie, ma anche a produrre meraviglia. La meraviglia, che Aristotele aveva posto come primo movente per la ricerca e la filosofia, è ormai soltanto lo stupore e l'ammirazione che chi sa di più genera nel pubblico che lo osserva.

1. Euclide: l'assiomatica della geometria e dell'aritmetica.

Termini.

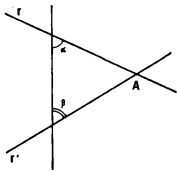
1. Punto è ciò che non ha parti.
2. Linea è lunghezza senza larghezza.
3. Estremi di una linea sono punti.
4. Linea retta è quella che giace egualmente rispetto ai punti su essa (cioè, ai suoi punti).
5. Superficie è ciò che ha soltanto lunghezza e larghezza.
6. Estremi di una superficie sono linee.
7. Superficie piana è quella che giace egualmente rispetto alle rette su essa (cioè, alle sue rette).
8. Angolo piano è l'inclinazione reciproca di due linee su un piano, le quali si incontrino tra loro e non giacciano in linea retta.
9. Quando le linee che comprendono l'angolo sono rette, l'angolo si chiama rettilineo.
10. Quando una retta innalzata su una [altra] retta forma gli angoli adiacenti eguali tra loro, ciascuno

dei due angoli eguali è retto, e la retta innalzata si chiama perpendicolare a quella su cui è innalzata.

11. Angolo ottuso è quello maggiore di un retto.
12. Angolo acuto è quello minore di un retto.
13. Termine è ciò che è estremo di qualche cosa.
14. Figura è ciò che è compreso da uno o più termini.
15. Cerchio è una figura piana compresa da un'unica linea [che si chiama circonferenza] tale che tutte le rette, le quali cadano sulla [stessa] linea [, cioè sulla circonferenza del cerchio,] a partire da un punto tra quelli che giacciono internamente alla figura, sono eguali tra loro.
16. Quel punto si chiama centro del cerchio.
17. Diametro del cerchio è una retta condotta per il centro e terminata da ambedue le parti dalla circonferenza del cerchio, la quale retta taglia anche il cerchio per metà.
18. Semi-cerchio è la figura compresa dal diametro e dalla circonferenza da esso tagliata. E centro del semi-cerchio è quello stesso che è ancora centro del cerchio.
19. Figure rettilinee sono quelle comprese da rette, vale a dire figure trilatere quelle comprese da tre rette, quadrilatere quelle comprese da quattro, e multilatere quelle comprese da più di quattro rette.
20. Delle figure trilatere è triangolo equilatero quello che ha i tre lati eguali, isoscele quello che ha soltanto due lati eguali, e scaleno quello che ha i tre lati diseguali.
21. Infine, delle figure trilatere è triangolo rettangolo quello che ha un angolo retto, ottusangolo quello che ha un angolo ottuso, e acutangolo quello che ha i tre angoli acuti.

22. Delle figure quadrilatere è quadrato quella che è insieme equilatera e ha gli angoli retti, rettangolo quella che ha gli angoli retti, ma non è equilatera, rombo quella che è equilatera, ma non ha gli angoli retti, romboide quella che ha i lati e gli angoli opposti eguali fra loro, ma non è equilatera né ha gli angoli retti. E le figure quadrilatere oltre a queste si chiamino trapezi.
23. Parallele sono quelle rette che, essendo nello stesso piano e venendo prolungate illimitatamente dall'una e dall'altra parte, non si incontrano tra loro da nessuna delle due parti.

Postulati.

1. Risulti postulato che si possa condurre una linea retta da un qualsiasi punto a ogni altro punto.
2. E che una retta terminata (= finita) si possa prolungare continuamente in linea retta.
3. E che si possa descrivere un cerchio con qualsiasi centro ed ogni distanza (= raggio).
4. E che tutti gli angoli retti siano eguali fra loro.
5. E che, se una retta venendo a cadere su due rette forma gli angoli interni e dalla stessa parte minori di due retti (= tali che la loro somma sia minore di due retti), le due rette prolungate illimitatamente verranno a incontrarsi da quella parte in cui sono gli angoli minori di due retti (= la cui somma è minore di due retti).

Nozioni comuni.

1. Cose che sono eguali a una stessa sono eguali anche tra loro.
2. E se cose eguali sono addizionate a cose eguali, le totalità sono eguali.
3. E se da cose eguali sono sottratte cose eguali, i resti sono eguali.
4. E cose che coincidono tra loro sono tra loro eguali.
5. E il tutto è maggiore della parte.

(*Elementi,* libro I)

Definizioni.

1. Unità è ciò secondo cui ciascun ente è detto uno.
2. Numero è una pluralità composta da unità.
3. Un numero è « parte » di un [altro] numero, il minore di quello maggiore, quando esso misuri il maggiore (= lo divida).
4. È « parti » invece di un numero, quando non lo misuri (= non lo divida).
5. Un numero maggiore è multiplo di un numero minore, quando sia misurato (= sia diviso) dal minore.
6. Numero pari è quello che è divisibile in due parti (= numeri) eguali.
7. Numero dispari è quello che non è divisibile in due parti (= numeri) eguali, ossia quello che differisce di un'unità da un numero pari.
8. Numero parimente pari è quello che è misurato (= è diviso) da un numero pari secondo un numero pari.
9. Numero parimente dispari è quello che è misurato

(= è diviso) da un numero pari secondo un numero dispari.

10. Numero disparimente dispari è quello che è misurato (= è diviso) da un numero dispari secondo un numero dispari.
11. Numero primo è quello che è misurato (= è diviso) soltanto dall'unità.
12. Numeri primi tra loro sono quelli che hanno soltanto l'unità come misura (= divisore) comune.
13. Numero composto è quello che è misurato da (= ha per divisore) un qualche numero.
14. Numeri composti tra loro sono quelli che hanno un qualche numero come misura comune (= hanno un numero per divisore comune).
15. Si dice che un primo numero moltiplica un secondo numero, quando si ottenga un terzo numero componendolo con la somma di tante volte il secondo per quante sono le unità del primo.
16. Quando due numeri, moltiplicandosi tra loro, producano un terzo numero, il prodotto si chiama numero piano, e i numeri che si moltiplicano tra loro si chiamano i suoi « lati ».
17. Quando tre numeri, moltiplicandosi tra loro, producano un quarto numero, il prodotto si chiama numero solido, e i numeri che si moltiplicano tra loro si chiamano i suoi « lati ».
18. Numero quadrato è quello che è prodotto di due numeri eguali, ossia è un numero piano che ha per lati due numeri eguali.
19. [Numero] cubo è quello che è prodotto di tre numeri eguali, ossia è un numero solido che ha per lati tre numeri eguali.
20. [Quattro] numeri sono in proporzione quando, a

seconda che il primo sia multiplo, sottomultiplo o una frazione qualunque del secondo numero, corrispondentemente il terzo sia lo stesso multiplo, o lo stesso sottomultiplo, o la stessa frazione del quarto.

21. Numeri piani e solidi simili [tra loro] sono quelli che hanno i lati proporzionali.
22. Numero perfetto è quello che è eguale alla somma delle proprie parti (= dei suoi divisori).

(*Elementi*, libro VII)

2. Medicina empirica e medicina razionale.

Dopo Ippocrate, Diocle di Caristo e in seguito Prassagora e Crisippo e poi Erofilo e Erasistrato esercitarono l'arte medica in modo tale che progredirono in direzione di procedimenti diversi di cura. In quei medesimi tempi la medicina fu divisa in tre parti: una quella che cura con la dieta, la seconda quella che cura con i medicamenti e la terza quella che cura con la mano. I Greci denominarono la prima dietetica, la seconda farmaceutica e la terza chirurgia. Ma di questa parte che cura le malattie con la dieta quelli che furono di gran lunga gli autori più famosi, tendendo anche ad affrontare alcuni argomenti più profondamente, rivendicarono a se stessi anche la conoscenza della natura, come se senza di questa la medicina rimanesse monca e debole. Dopo di essi Serapione per primo, avendo dichiarato che questa disciplina razionale non era affatto pertinente alla medicina, la fondò soltanto sull'uso e sull'esperienza. Al suo seguito Apollonio e Glaucio e qualche tempo dopo Eraclide di Taranto e altri ancora

non di poco conto denominarono se stessi, in base a questa professione, empirici. Così anche quella medicina che cura con la dieta fu divisa in due parti, alcuni rivendicando a se stessi un'arte razionale e altri soltanto la pratica. Ma, dopo costoro che sono stati menzionati prima, nessuno affrontò altro se non ciò che gli era stato tramandato, finché Asclepiade modificò in gran parte il modo di curare. Tra i suoi successori, Temisone in vecchiaia si allontanò da lui sotto certi aspetti. Soprattutto attraverso questi uomini si è sviluppata questa nostra professione apportatrice di salute.

Poiché delle tre parti della medicina quella che cura con la dieta, come è la più difficile, così è anche la più famosa, bisogna parlare in primo luogo di questa. E poiché la prima divergenza è nel fatto che alcuni sostengono che per loro è soltanto necessaria una conoscenza delle esperienze, mentre altri, se non dispongono di una spiegazione razionale dei corpi e della natura, dichiarano che la pratica da sola non ha un potere sufficiente, bisogna indicare le cose che soprattutto sono dette dall'una e dall'altra parte, in modo che più facilmente si possa anche inserire la nostra opinione. Coloro che professano una medicina razionale, propongono dunque come necessari questi requisiti: una conoscenza delle cause nascoste implicanti malattie, poi una delle cause palesi, inoltre anche delle azioni naturali e infine delle parti interne. Chiamano cause nascoste quelle la cui ricerca verte su quali principi compongano i nostri corpi, e quale favorisca e quale contrasti la salute. Infatti essi credono che non possa neppure sapere come convenga curare le malattie colui che ignora la loro origine. E per loro non c'è dubbio che sono necessari modi diversi di cura, secondo che tra i quattro elementi

sia l'eccesso di uno o la deficienza di un altro a contrastare la salute o secondo che tutto il male consista negli umori, come parve a Erofilo, o secondo che consista nel respiro, come sostenne Ippocrate, o se il sangue è trasfuso in quelle vene che sono appropriate allo pneuma ed eccita l'infiammazione che i Greci chiamano « flemmone » e questa infiammazione produce un movimento come quello che si ha nella febbre, come affermò Erasistrato, oppure secondo che corpuscoli emananti, venendo a trovarsi attraverso pori invisibili, blocchino il passaggio, come sostenne Asclepiade: curerà nel modo migliore colui che non avrà sbagliato nel rintracciare la prima origine della causa. Essi non escludono che anche le esperienze siano necessarie, ma affermano che non è possibile pervenire neppure a queste se non a partire da un certo ragionamento. Infatti gli uomini più antichi – affermano – non somministravano ai malati qualsiasi cosa, ma riflettevano quale fosse più conveniente e indagavano nell'uso pratico ciò che prima avevano congetturato; e non importa che ormai la maggior parte dei rimedi siano stati indagati, se nondimeno trassero inizio da un ragionamento. E ciò è così in molti casi. Spesso poi ricorsero anche nuovi tipi di malattie, nelle quali la pratica non aveva ancora mostrato nulla, e perciò è necessario considerare come cominciarono, altrimenti nessuno dei mortali può reperire perché deve impiegare questo piuttosto che quel rimedio. Per tale motivo essi indagano le cause oscure. Chiamano palesi, invece, quelle a proposito delle quali cercano se l'inizio della malattia sia dovuto al caldo o al freddo, alla fame o alla sazietà e simili. Infatti dicono che si opporrà alla malattia colui che non ne avrà ignorata l'origine. Chiamano poi azioni naturali del corpo quelle per

le quali inspiriamo ed espiriamo fiato, ingeriamo e digeriamo cibo e bevande, e parimenti quelle per le quali queste stesse cose sono distribuite in tutte le parti delle membra. Inoltre essi indagano anche per quale ragione le nostre vene ora decrescano, ora si dilatino; quale sia la spiegazione del sonno e della veglia, perché pensano che, senza la conoscenza di ciò, nessuno possa affrontare o curare le malattie insorgenti in connessione a queste azioni naturali. Tra queste la digestione sembra della massima importanza; perciò vi insistono moltissimo. Alcuni seguaci di Erasistrato sostengono che il cibo si trita nel ventre; altri, seguaci di Plistonico allievo di Prassagora, che putrefa; altri prestano fede a Ippocrate, cioè che i cibi siano concotti dal calore. E si aggiungono i seguaci di Asclepiade, i quali propongono che tutte queste teorie sono vane e superflue, perché nulla è concotto, ma il materiale è distribuito in tutto il corpo crudo com'è stato ingerito. E su ciò scarso è l'accordo tra loro, ma si conviene sul fatto che ai pazienti occorre dare un cibo se una teoria è vera, e un altro se è vera un'altra. Infatti se è tritato internamente, occorre cercare quello che può essere tritato nel modo più facile; se putrefà, quello nel quale ciò avviene più speditamente; se è concotto dal calore, quello che stimola maggiormente il calore. Ma nessuno di questi dev'essere cercato, se nulla è concotto, anzi bisogna assumere quelli che si mantengono soprattutto tali quali sono ingeriti. Per lo stesso motivo, quando il respiro è pesante, quando il sonno o la veglia disturbano, ritengono che sia in grado di curare tali condizioni colui che abbia prima percepito in che modo abbiano luogo tali azioni naturali. Inoltre, poiché dolori e vari tipi di malattie si originano nelle parti più

interne, essi ritengono che nessuno possa impiegare rimedi in tali casi, se non conosce tali parti. Pertanto è necessario sezionare i corpi dei morti e scrutare i loro visceri e intestini. E di gran lunga la cosa migliore, secondo loro, fu fatta da Erofilo e Erasistrato, i quali sezionarono vivi criminali ricevuti fuori di prigione dai re e osservarono, mentre ancora respiravano, quelle parti che la natura prima aveva occultato, la loro posizione, il colore, la forma, la grandezza, la disposizione, la durezza, la mollezza, la liscezza, la connessione, poi prominenza e depressione di ognuna e se qualche altra parte vi è inserita o accoglie in sé qualche altra parte. Infatti, quando il dolore ha luogo internamente, non è possibile che conosca che cosa dia dolore colui il quale non conosca che cosa siano e in che posizione siano visceri e intestino. Né la parte malata può essere curata da chi ignora che cosa essa sia. E quando i visceri di qualcuno sono visibili attraverso una ferita, colui che ignora il colore di una parte sana non può sapere che cosa è integro e che cosa è rovinato, e perciò non può neppure venire in aiuto alle parti rovinate. È più appropriato applicare rimedi esterni quando siano note le posizioni e le forme delle parti interne e sia nota la loro grandezza; ragionamenti analoghi valgono per tutti i casi citati. E secondo loro non è crudele, come molti affermano, cercare nelle esecuzioni di criminali, tra l'altro di pochi di essi, rimedi per le persone innocenti e per tutti i tempi futuri.

Dal lato opposto, coloro che si chiamano empirici per il loro riferimento all'esperienza accettano le cause evidenti come necessarie, mentre ritengono superflua l'indagine sulle cause oscure e sulle azioni naturali, perché la natura non può essere afferrata. Che non possa

essere afferrata è patente, secondo loro, dai dissensi di coloro che discussero questo argomento, dal momento che su di esso non c'è accordo né tra gli studiosi di filosofia né tra i medici stessi. Perché si dovrebbe prestar fede più a Ippocrate che a Erofilo? e perché a quest'ultimo più che ad Asclepiade? Se si vogliono seguire i ragionamenti, i ragionamenti di tutti possono apparire non improbabili, e se si vogliono seguire i metodi di cura, da tutti costoro i malati furono ricondotti alla salute. Sicché non si può togliere credito a chicchessia né per argomentazioni né per autorità. Anche gli studiosi di filosofia sarebbero i medici migliori se il ragionamento li rendesse tali, ma di fatto essi hanno sovrabbondanza di parole, ma mancano della scienza di curare. Essi affermano anche che i tipi di cure mediche differiscono secondo la natura delle località e uno è quello necessario a Roma, un altro in Egitto e un altro ancora in Gallia. Ma se le cause che generano le malattie fossero ovunque le stesse, anche i rimedi avrebbero dovuto essere ovunque gli stessi. Spesso anche le cause sono evidenti, come per esempio dell'oftalmia o di una ferita, ma non perciò da esse risulta evidente il trattamento medico. E se una causa evidente non suggerisce questa scienza, tanto meno può suggerirla una causa dubbiosa. Poiché, dunque, quella causa incerta non è afferrabile, bisogna cercare una difesa piuttosto da quelle accertate ed esplorate, cioè da quanto l'esperienza ha insegnato nel corso stesso delle cure, come avviene in tutte le altre arti. Infatti neppure agricoltore o pilota si diventa per discussione, ma per pratica. E che queste speculazioni non siano affatto pertinenti alla medicina lo si può anche imparare dal fatto che coloro i quali hanno concezioni diverse su

questi argomenti, riconducono tuttavia i loro pazienti alla medesima salute. E ciò è avvenuto in quanto hanno ricavato le vie della cura non da cause oscure né da azioni naturali, che secondo loro erano diverse, ma dalle esperienze, secondo che a ciascuno si mostravano efficaci. E neppure agli inizi – essi dicevano – la medicina è stata dedotta da tali discussioni, bensì dalle esperienze, perché dei pazienti che erano senza medici, alcuni nei primi giorni a causa della fame prendevano immediatamente cibo, mentre altri per disgusto se ne astenevano e la malattia era più alleviata in coloro che se n'erano astenuti. Parimenti, alcuni mangiavano qualcosa ancora in condizione febbrile, mentre altri poco prima e altri ancora dopo la sua scomparsa, e l'esito migliore era di quelli che l'avevano fatto dopo la scomparsa della febbre. E allo stesso modo alcuni fin dall'inizio facevano immediatamente uso di cibo più abbondante, altri invece di cibo scarso e quelli che si erano riempiti si aggravavano maggiormente. E poiché ciò e cose simili succedevano ogni giorno, uomini accurati avevano notato ciò che per lo più si mostrava più efficace e perciò avevano cominciato a prescriverlo ai malati. Così ebbe origine la medicina, secondo gli empirici: di volta in volta, dal recupero della salute di alcuni e dalla morte di altri, distinguendo le cose nocive da quelle salutari. (Celso, *De medicina*, intr. 8-35)

3. Aristarco di Samo: il sistema eliocentrico.

Ipotesi.

1. Che la luna riceva la sua luce dal sole.

2. Che la terra è nel rapporto di un punto e un centro con la sfera nella quale si muove la luna.
3. Che, quando la luna appare a noi dimezzata, il cerchio massimo che delimita la parte oscura e quella luminosa della luna converge in direzione della nostra vista.
4. Che, quando la luna appare a noi dimezzata, allora la sua distanza dal sole è minore di un quadrante di un trentesimo di quadrante.
5. Che l'ampiezza dell'ombra della terra è quella di due lune.
6. Che la luna sottenda una cinquantesima parte di un segno dello zodiaco.

In base a ciò si può, dunque, calcolare che:

1. la distanza del sole dalla terra è maggiore di diciotto volte, ma minore di venti volte la distanza della luna dalla terra, a causa della ipotesi concernente il dimezzamento della luna;
2. il diametro del sole ha questo stesso rapporto con il diametro della luna;
3. il diametro del sole ha con il diametro della terra un rapporto maggiore di quello che 19 ha con 3, ma minore di quello che 43 ha con 6, a causa del rapporto già scoperto tra le distanze, dell'ipotesi concernente l'ombra e dell'ipotesi che la luna sottenda una cinquantesima parte di un segno dello zodiaco.

(*Sulle dimensioni e le distanze del sole e della luna*, pp. 352-54 Heath)

Alcuni pensano, o re Gelone, che il numero dei granelli della sabbia sia infinito in quantità: dico non soltanto quello dei granelli di sabbia che sono intorno a

Siracusa e nel resto della Sicilia, ma anche di quello dei granelli di sabbia che sono in ogni regione, sia abitata sia non abitata. Vi sono poi alcuni che ritengono che quel numero non sia infinito, ma che non si possa nominare un numero che superi la sua quantità. È chiaro che se coloro che così pensano si rappresentassero un volume di sabbia di grandezza tale quale quella della terra, avendo riempito tutti i mari e tutte le depressioni fino a raggiungere l'altezza delle più alte montagne, molto meno comprenderebbero che si possa nominare un numero che superi quella quantità.

Ma io tenterò di mostrarti, per mezzo di dimostrazioni geometriche che tu potrai seguire, che, dei numeri da noi denominati ed esposti negli scritti inviati a Zeusippo, alcuni superano non soltanto il numero dei granelli della sabbia aventi nell'insieme grandezza eguale alla terra riempita come abbiamo detto, ma anche grandezza eguale al cosmo intero. Tu sai che dal più gran numero di astrologi vien chiamata cosmo la sfera il cui centro è il centro della terra, e il cui raggio è eguale alla retta compresa tra il centro del sole e il centro della terra: questo l'hai appreso dalle dimostrazioni scritte dagli astrologi. Aristarco di Samo, poi, espose per iscritto alcune ipotesi, secondo le quali si ricava che il cosmo è più volte maggiore di quello suddetto. Suppone infatti che le stelle fisse e il sole rimangano immobili, e che la terra giri, seguendo la circonferenza di un cerchio, intorno al sole, che sta nel mezzo dell'orbita; e che la sfera delle stelle fisse, intorno allo stesso centro del sole, abbia tale grandezza che il cerchio, lungo il quale suppone che giri la terra, abbia rispetto alla distanza delle stelle fisse la stessa proporzione che il centro della sfera ha rispetto alla

superficie. È ben chiaro che questo è impossibile: infatti, poiché il centro della sfera non ha alcuna grandezza, non si può pensare che abbia alcun rapporto rispetto alla superficie della sfera. Ma si può ritenere che Aristarco intendesse questo: poiché supponiamo che la terra sia come il centro del cosmo, lo stesso rapporto che la terra ha rispetto a quel che chiamiamo cosmo, lo abbia la sfera sulla quale è il cerchio secondo il quale suppone che la terra ruoti, rispetto alla sfera delle stelle fisse: infatti egli adatta le dimostrazioni dei fenomeni a una supposizione di tal genere, e soprattutto sembra che egli supponga la grandezza della sfera, sopra la superficie della quale si fa ruotare la terra, eguale a quello che noi chiamiamo cosmo. Dico poi che, se si generasse una sfera fatta di granelli di sabbia, di grandezza tale quale Aristarco suppone che sia la sfera delle stelle fisse, anche in questo caso si potrebbe dimostrare che alcuni dei numeri aventi una denominazione, dei quali abbiamo parlato in principio, superano in quantità il numero che esprime la grandezza di sabbia contenuta nella suddetta sfera. Ciò una volta fatte le seguenti supposizioni. Per prima cosa che il perimetro della terra sia di tre milioni di stadi e non maggiore, quantunque alcuni abbiano tentato di dimostrare, come anche tu sai, che esso sia di 300.000 stadi. Ma, andando oltre questo numero, suppongo che la grandezza della terra sia decupla di quella che ritenevano i predecessori, e che il suo perimetro sia di tre milioni di stadi e non maggiore.

Dopo di ciò suppongo che il diametro della terra sia maggiore del diametro della luna, e il diametro del sole maggiore del diametro della terra, supponendo ciò in modo simile a quanto han fatto i più dei precedenti

astrologi. Dopo di ciò suppongo che il diametro del sole sia trenta volte più grande del diametro della luna e non maggiore: nonostante che degli astrologi predecessori Eudosso dichiari che è nove volte maggiore, e Fidia nostro padre che è dodici volte maggiore; e Aristarco abbia tentato di dimostrare che il diametro del sole sia più di diciotto volte il diametro della luna ma meno di venti volte: io invero, andando anche oltre a ciò, affinché quel che mi sono proposto risulti dimostrato senza possibilità di equivoco, suppongo che il diametro del sole sia circa trenta volte maggiore del diametro della luna e non di più; inoltre suppongo che il diametro del sole sia maggiore del lato del poligono di mille lati inscritto nel circolo massimo del cosmo. Invero suppongo ciò in quanto Aristarco trovò che il sole appare all'incirca come la settecentoventesima parte del circolo dello zodiaco: io stesso ho tentato, indagando nello stesso modo, di determinare per mezzo degli strumenti, l'angolo che comprende il sole e ha il vertice nell'occhio.

Ma determinare quest'angolo esattamente non è facile, poiché né la vista, né le mani, né gli strumenti per mezzo dei quali si deve eseguire la determinazione, son sicuri per l'esatta conoscenza: ma su queste cose presentemente non è opportuno prolungare la discussione: anche perché sono state già spesso considerate. A me basta, per la dimostrazione di quanto proposto, di prendere un angolo che sia non maggiore dell'angolo compreso dal sole e che ha il vertice nell'occhio, e di nuovo prendere un altro angolo che sia non minore dell'angolo compreso dal sole e avente il vertice nell'occhio.

(Archimede, *Arenario*, 1)

4. Archimede: il metodo sui teoremi meccanici.

Archimede a Eratostene salute.

Ti ho precedentemente inviato alcuni dei teoremi da me trovati, scrivendo di essi gli enunciati e invitandoti a trovare le dimostrazioni, che non avevo ancora indicate. Gli enunciati dei teoremi inviati erano i seguenti: del primo: se in un prisma retto avente per base un parallelogrammo (un quadrato) si inscrive un cilindro avente le basi inscritte nei parallelogrammi opposti, e i lati sui (tangenti ai) rimanenti piani (facce) del prisma, e se per il centro del cerchio che è base del cilindro e per un solo lato del quadrato sul piano (faccia) opposto si conduce un piano, il piano condotto stacca dal cilindro un segmento (una parte) che è compreso da due piani e dalla superficie del cilindro, vale a dire da uno dei piani: quello che è stato condotto, e dall'altro quello nel quale è la base del cilindro, e inoltre dalla superficie compresa tra i piani suddetti: il segmento tagliato dal cilindro è la sesta parte di tutto il prisma.

Di un altro teorema l'enunciato era: se in un cubo si inscrive un cilindro avente le basi sui piani dei parallelogrammi opposti e la superficie laterale tangente agli altri quattro piani (facce), e se si inscrive anche un altro cilindro nello stesso cubo, avente le basi sui piani di altri due parallelogrammi e la superficie laterale tangente agli altri quattro piani, la figura compresa tra le superficie dei cilindri, la quale è comune a entrambi i cilindri, è « due terzi » dell'intero cubo.

Accade poi che questi teoremi differiscano da quelli prima trovati: confrontammo infatti quelle figure, i

conoidi, gli sferoidi e le loro parti con coni e cilindri: non si trovò nessuna di esse eguale a una figura solida compresa da piani; mentre di queste figure comprese da due piani e da superficie di cilindri si è trovato che ciascuna di esse è eguale a figure solide comprese da piani. Di questi teoremi ti mando le dimostrazioni, avendole scritte in questo libro.

Vedendoti poi, come ho detto, diligente ed egregio maestro di filosofia, e tale da apprezzare anche nelle matematiche la teoria che ti accada di considerare, decisi di scriverti e di esporti nello stesso libro le caratteristiche di un certo metodo, mediante il quale ti sarà data la possibilità di considerare questioni matematiche per mezzo della meccanica. E sono persuaso che questo metodo sia non meno utile anche per la dimostrazione degli stessi teoremi. E infatti alcune delle proprietà che a me dapprima si sono presentate per via meccanica sono state più tardi da me dimostrate per via geometrica, poiché la ricerca compiuta per mezzo di questo metodo non è una vera dimostrazione: è poi più facile, avendo già ottenuto con questo metodo qualche conoscenza delle cose ricercate, compiere la dimostrazione, piuttosto che ricercare senza alcuna nozione preventiva. Perciò anche di quei teoremi, dei quali Eudosso trovò per primo la dimostrazione, intorno al cono e alla piramide, cioè che il cono è la terza parte del cilindro e la piramide è la terza parte del prisma aventi la stessa base e altezza eguale, non piccola parte del merito va attribuita a Democrito, che per primo fece conoscere questa proprietà della figura suddetta, senza dimostrazione.

A noi accade poi che anche il ritrovamento del teorema ora pubblicato è avvenuto similmente a quelli

prima detti; ho voluto quindi, avendolo scritto, pubblicare quel metodo, sia perché ne avevo già prima parlato (sicché non sembri che abbia fatto un vuoto discorso) sia perché sono convinto che porterà non piccola utilità nella matematica: confido infatti che alcuni dei matematici attuali o dei futuri, essendo stato loro mostrato questo metodo, ritroveranno anche altri teoremi da noi non ancora escogitati.

Scriviamo dunque come primo teorema quello che pure per la prima volta ci apparve per mezzo della meccanica: che ogni segmento di sezione di cono rettangolo è eguale ai quattro terzi del triangolo avente la stessa base ed eguale altezza; dopo di ciò ciascuno dei teoremi veduti con lo stesso metodo: alla fine del libro scriviamo le dimostrazioni geometriche di quei teoremi dei quali ti mandammo prima gli enunciati.

Lemmi.

1. Se da una grandezza si toglie una grandezza sua parte e lo stesso punto è centro di gravità dell'intera grandezza e quello della grandezza tolta, lo stesso punto è anche centro di gravità della grandezza restante.
2. Se da una grandezza si toglie una grandezza sua parte, e il centro di gravità dell'intera grandezza non è lo stesso punto che è centro di gravità della grandezza sottratta, il centro di gravità della grandezza restante è sulla retta congiungente i centri di gravità dell'intera grandezza e della grandezza sottratta, avendola prolungata e avendo sottratta da essa una retta che rispetto alla retta compresa tra i suddetti centri di gravità ha il rapporto che

il peso della grandezza sottratta ha rispetto al peso della grandezza restante.

3. Se i centri di gravità di quante si vogliano grandezze sono sulla stessa retta, anche il centro di gravità della grandezza composta da tutte sarà sulla stessa retta.
4. Il centro di gravità di qualsiasi retta è il punto medio della retta.
5. Il centro di gravità di qualsiasi triangolo è il punto nel quale si intersecano le rette condotte dai vertici degli angoli del triangolo ai punti medi dei lati.
6. Il centro di gravità di qualsiasi parallelogrammo è il punto nel quale si tagliano le diagonali.
7. Il centro di gravità di un cerchio è il punto che è anche centro del cerchio.
8. Il centro di gravità di qualsiasi cilindro è il punto di mezzo dell'asse.
9. Il centro di gravità di qualsiasi prisma è il punto di mezzo dell'asse.
10. Il centro di gravità di qualsiasi cono è sull'asse e lo divide in modo che la parte vicina al vertice è tripla della parte restante.
11. Ci serviremo anche di questo teorema: se quante si vogliano grandezze sono in egual numero di altre grandezze, e a due a due, quelle similmente collocate hanno lo stesso rapporto, e tutte o alcune delle prime grandezze hanno rapporti qualunque con altre terze grandezze, e così le seconde grandezze corrispondentemente situate sono negli stessi rapporti con altre quarte grandezze, la somma di tutte le prime grandezze sta rispetto alla somma di tutte le terze grandezze nello stesso rapporto

di quello che la somma di tutte le seconde grandezze ha rispetto alla somma di tutte le suddette quarte grandezze.

(*Sui teoremi meccanici*, prefazione e lemmi)

5. Archimede: la geometria dei solidi e la statica.

Archimede a Dositeo salute.

Precedentemente ti mandai per iscritto, insieme alla dimostrazione, la seguente tra le cose che avevo considerato: che ogni sezione compresa da una retta e da una *sezione di cono rettangolo* (parabola) supera di un terzo il triangolo avente la stessa base della sezione ed eguale altezza. In seguito, essendomi imbattuto in teoremi degni di considerazione, composi le loro dimostrazioni. Sono questi: dapprima che la superficie di ogni sfera è quadrupla del suo circolo massimo, poi che alla superficie di qualsiasi segmento sferico è eguale il cerchio, il raggio del quale sia eguale alla retta condotta dal vertice della sezione alla circonferenza del cerchio che è base della sezione. Oltre a questi: che per qualsiasi sfera il cilindro avente la base eguale al circolo massimo della sfera e l'altezza eguale al diametro della sfera supera della metà la sfera, e così la sua superficie totale supera della metà la superficie della sfera. Queste proprietà erano da sempre inerenti alla natura delle figure menzionate ed erano ignorate da coloro che prima di noi si occuparono di geometria: nessuno di loro si era accorto che per queste figure c'è una simmetria. Perciò non ho esitato a porre queste proposizioni accanto a quelle trovate da altri geometri, e a quei teoremi, che sembrano di molto superiori, che

Eudosso stabilì sulle figure solide, cioè che ogni piramide è la terza parte del prisma avente la stessa base della piramide ed eguale altezza, e che ogni cono è la terza parte del cilindro avente la stessa base del cono ed eguale altezza; e infatti per queste proprietà appartenenti da sempre alla natura di queste figure accadde che dei molti degni geometri anteriori a Eudosso tutti le ignorarono e nessuno le comprese. È ora data la possibilità ai competenti di esaminare queste proposizioni. Sarebbe stato bene che esse fossero state rese note quando Conone era ancora in vita: pensiamo infatti che egli massimamente avrebbe potuto comprenderle pienamente e dare su di esse un giudizio confacente: ma ritenendo che sia bene portarle a conoscenza di coloro cui la matematica è familiare, ti inviamo le dimostrazioni che abbiamo scritte, e che sarà possibile di esaminare a coloro che si occupano di matematica.

Vengono ora scritti dapprima gli assiomi e i postulati che servono per le dimostrazioni delle proposizioni.

(*Sulla sfera e il cilindro*, I, prefazione)

1. Chiediamo che si ammetta che pesi eguali sospesi a distanze eguali si facciano equilibrio; che pesi eguali sospesi a distanze diseguali non si facciano equilibrio, ma producano pendenza dalla parte del peso che si trova a distanza maggiore.
2. Che se dati dei pesi che si facciano equilibrio essendo sospesi a certe distanze, si aggiunga qualcosa ad uno dei pesi, non si abbia più equilibrio, ma pendenza dalla parte del peso al quale si è fatta l'aggiunta.
3. Che similmente se da uno dei pesi si tolga qualcosa, non si abbia più equilibrio, ma pendenza

dalla parte del peso dal quale non si è sottratto nulla.

4. Che se figure piane eguali e simili coincidono l'una sull'altra, anche i centri di gravità coincideranno tra loro.
5. Che per figure diseguali ma simili i centri di gravità saranno similmente posti. Diciamo che punti in figure simili sono similmente posti se rette condotte da essi ai vertici degli angoli eguali formano angoli eguali con i lati omologhi.
6. Che se grandezze a certe distanze si fanno equilibrio, anche grandezze ad esse eguali poste alle stesse distanze si faranno equilibrio.
7. Che per ogni figura il perimetro della quale è concavo dalla stessa parte, il centro di gravità debba trovarsi nell'interno della figura.

Supposte queste cose si passa alla:

Proposizione 1 — *Pesi sospesi a distanze eguali che si fanno equilibrio sono eguali.*

Infatti, se fossero diseguali, togliendo la differenza tra loro dal peso maggiore, i pesi restanti non si farebbero equilibrio, poiché da uno dei due che si facevano equilibrio è stato tolto qualcosa (post. 3). Dunque pesi che si facciano equilibrio essendo sospesi a distanze eguali sono eguali.

(*Sull'equilibrio dei piani*, I, assiomi e proposizione 1)

6. Erone: gli specchi e le macchine.

La teoria della visione si divide in ottica, cioè dottrina della visione vera e propria, diottrica, cioè dot-

trina della determinazione dei livelli, e catottrica, cioè teoria della riflessione. L'ottica fu già trattata adeguatamente da nostri predecessori e in particolare da Aristotele, e della diottrica abbiamo trattato ampiamente quanto pareva necessario a noi stessi in altri scritti. Ma anche la catottrica ci è parsa una teoria degna di studio e in grado di produrre spettacoli ammirevoli. Per mezzo di essa, infatti, si costruiscono specchi che mostrano il lato destro a destra e il sinistro a sinistra, mentre gli specchi comuni per loro natura hanno la proprietà contraria e mostrano i lati opposti. È possibile anche per mezzo di essi vedere posteriormente noi stessi e capovolti e con la testa in giù e con tre occhi e due nasi e con parti distorte del viso come in situazioni luttuose. Ma la catottrica è utile non soltanto per produrre spettacoli, ma anche per bisogni necessari. Come non si potrà stimare realmente utile il poter vedere, se capita, pur rimanendo dentro la propria casa, quante persone ci sono in strada e che cosa stanno facendo? E come non si potrà considerare del tutto meraviglioso poter osservare notte e giorno l'ora mediante immagini che appaiono nello specchio? Infatti quante sono le ore di notte o di giorno, altrettante immagini anche appaiono e, anche se una parte del giorno è trascorsa, apparirà ancora un'immagine. E inoltre come non si potrà stimare meraviglioso il non poter vedere in uno specchio né se stesso né un altro, ma solo ciò che si vuole che si veda? Poiché esiste una tale dottrina, ritengo necessario e appropriato descrivere le teorie ammesse dai nostri predecessori, in modo che la teoria non manchi di nulla.

Quasi tutti coloro che hanno scritto di diottrica e di ottica hanno dubitato della causa per la quale i raggi

provenienti dai nostri occhi si riflettono negli specchi e le riflessioni formano angoli eguali. Che noi vediamo secondo linee rette procedenti dall'organo della vista, può essere mostrato in questo modo. Infatti, qualsiasi cosa si muova di velocità costante, si muove in linea retta, come vediamo succedere nel caso delle frecce scagliate dagli archi. A causa della forza d'impulso l'oggetto in movimento tende a muoversi nella linea più breve come distanza, non avendo tempo di muoversi più lentamente, in modo da muoversi su una linea di distanza maggiore, dal momento che la forza d'impulso non lo consente. È perciò chiaro che l'oggetto tende a muoversi con la massima brevità per la sua velocità. Ma tra le linee aventi il medesimo termine la più breve è la retta.

Ma che i raggi emessi dalla nostra vista si muovano con velocità infinita, si può apprendere da quanto segue. Infatti, quando, dopo aver chiuso gli occhi, torniamo a guardare il cielo, non si ha un certo intervallo di tempo perché i raggi giungano a toccare il cielo. Infatti non appena guardiamo, vediamo le stelle, benché la distanza sia, si può dire, infinita. E anche se la distanza fosse maggiore, succederebbe in ogni caso la stessa cosa, cosicché risulta chiaramente che i raggi emessi sono emessi con velocità infinita. Per questo essi non avranno alcuna interruzione né ammetteranno deviazione alcuna o una linea spezzata, ma si muoveranno lungo la linea più breve, cioè la retta.

Che dunque noi vediamo secondo una linea retta è stato detto a sufficienza. Ma che i raggi incidenti su specchi e anche su acque e su tutte le superfici piane si riflettano, lo mostreremo ora. Ora la natura dei corpi levigati consiste nel fatto che le loro superfici sono

compatte. Gli specchi, prima di essere levigati, avevano alcune porosità sulle quali cadevano i raggi e perciò non potevano essere riflessi. Ma essi sono levigati strofinando finché le porosità siano riempite di una sostanza sottile. Allora i raggi, cadendo su una superficie compatta, sono riflessi. Come una pietra scagliata violentemente contro un corpo compatto, per esempio un pezzo di legno o un muro, rimbalza, mentre contro un corpo soffice come lana o altro di simile vi si adagia, perché la forza di emissione l'accompagna e nel caso del corpo duro cede non potendo più accompagnarlo e muoverlo ulteriormente, nel caso del corpo soffice la forza, venendo a cadere, si adagia e si allontana dal corpo scagliato, allo stesso modo anche i raggi emessi da noi con grande velocità, come si è dimostrato, quando si scontrano in una superficie compatta sono riflessi. Nelle acque e nei vetri non tutti i raggi si riflettono, perché entrambe queste sostanze hanno irregolarità e si compongono di corpuscoli solidi aventi parti sottili. Infatti attraverso il vetro e le acque noi vediamo noi stessi e ciò che si trova al di là di essi. Nelle acque palustri vediamo le cose che si trovano sul fondo e attraverso i vetri le cose che si trovano al di là di essi. Tutti i raggi che cadono su corpi solidi sono respinti e riflessi, mentre quelli che penetrano attraverso i corpi porosi, ci consentono di vedere le cose al di là. Per questo le immagini raffigurate da tali oggetti non sono viste perfettamente, perché non tutti i raggi sono riflessi da essi, ma alcuni, come si è detto, si eliminano attraverso i pori.

(*Catottrica*, I-III)

Faremo ora un'esposizione abbreviata, tratta dalle

opere di Erone, delle cinque macchine semplici... Dal momento che sono cinque le macchine mediante le quali un peso dato è mosso da una data forza, è necessario esporre le loro forme, le loro applicazioni e inoltre anche i loro nomi. Erone e Filone hanno anche mostrato il motivo per il quale queste macchine sono riducibili a un unico principio, pur essendo molto diverse tra loro quanto alle loro forme. I nomi sono questi: l'asse nella ruota, la leva, la puleggia (o carrucola), il cuneo e oltre a queste la vite senza fine...

La seconda macchina è la leva, che è forse stata la prima invenzione per muovere pesi smisurati. Infatti, alcuni uomini, avendo deciso di muovere grandi pesi, dovettero in primo luogo sollevarli da terra, ma non avevano strumenti di presa perché tutte le parti della sua base poggiavano al suolo. Allora, dopo aver scavato un poco sotto il peso e inseritavi l'estremità di un lungo palo, collocarono sotto il palo presso l'estremità più vicina al peso una pietra che è chiamata fulcro e poi premettero sull'altra estremità del palo. Quando il movimento apparve loro abbastanza facile, essi riconobbero che grandi pesi potevano essere mossi in questo modo. Il palo è chiamato leva e può essere sia quadrato sia rotondo. Quanto più vicino il fulcro è collocato al peso, tanto più agevolmente il peso è mosso.

(*Meccanica*, II, 1-2 = Pappo VIII, 1114-1118)